Das populäre Magazin für Astronomie und Raumfahrt

Spektrum DER WISSENSCHAFT

ASTRONOMIE HEUTE

SKY & TELESCOPE DEUTSCHE AUSGABE

WWW.ASTRONOMIE-HEUTE.DE

Mai
5 / 2006
€ 6,50 / sFr 12,50

KONTAKT!

Was passiert, wenn ein extraterrestrisches Funksignal eintrifft? Wir fragten Harald Lesch

TELESKOPE IN DER WÜSTE

Traumjob am größten Observatorium der Welt

EXKLUSIVE VORSCHAU-DVD

BBC-Dokumentation über Außerirdische

LEBEN IM STERNBILD KREBS?

Die Planeten von 55 Cancri A

60463

05

4 196046 306506

Oliver Dreissigacker
Redaktionsleiter

Shuttle fliegt – Shuttle fliegt nicht

Liebe Leserinnen und Leser, um halb neun am Morgen des 15. März fand ich in meinem Posteingang eine E-Mail des Nasa-Hauptquartiers – neues geplantes Startfenster für die Discovery: 1. bis 19. Juli 2006. Eine möglichst wertneutrale Umschreibung für »wir haben technische Schwierigkeiten und schaffen es nicht früher«. Auslöser ist insbesondere einer der vier Treibstoffsensoren im Haupttank, der andere Werte liefert als die restlichen drei.

Während ich mir noch die Haare raufe, telefoniert mein Kollege Frank Schubert mit einem der Astronauten, deren Flug gerade zum dritten Mal verschoben wurde: Thomas Reiter. Wir wollten natürlich wissen, wie er darauf reagiert. Ursprünglich war nach dem ersten »Return to Flight« der nächste Start ja für Herbst 2005 angedacht. Lesen Sie dazu das Interview auf S. 12.

Ungeachtet dieser Entwicklung wollen wir Ihnen nicht vorenthalten, was Reiter sehen wird, wenn er dann endlich wieder aus dem Fenster einer Raumstation blicken kann: »Vom All aus den Himmel knipsen«, S. 60.

Ebenfalls mit Verzögerungen zu kämpfen hat die »Falcon-1«, eine von der Firma SpaceX neu entwickelte Rakete, deren Jungfernflug im Spätherbst hätte stattfinden sollen (AH 3/2006, S. 14). Unbeeindruckt von den Schwierigkeiten enthüllte das Unternehmen sein nächstes ambitioniertes Projekt: die Raumkapsel »Dragon«. Sie soll bis zu sieben Astronauten aufnehmen und zur ISS bringen können. SpaceX bewirbt sich damit für das COTS-Programm der Nasa (Kommentar: AH 4/2006, S. 17). Vielleicht sollte die Esa für Thomas Reiter vorsorglich schon mal einen Platz reservieren?

Schwerpunkt in diesem Heft sind jedoch keine Astronauten, sondern »echte Außerirdische«. Neben einer exklusiv beiliegenden DVD haben wir einen Artikel über mögliches Leben im Sternbild Krebs, gehen der Frage nach, was im Fall eines Funkkontakts passiert, befragen Harald Lesch zu Nachrichten aus dem All, lassen Rudolf Kippenhahn zu Wort kommen und widmen dem Thema unsere Rezensionsseite. In diesem Sinne:

Nano-nano!
Ihr

ESA

Unser Mann fürs All erklärt im Astronautenzentrum seine Mission.

SPACEX

Der »Dragon« von SpaceX – Reiters nächstes Taxi in die Umlaufbahn?

Mission Alien Planet – Rezension auf S. 77

INHALT

WISSEN

Astro News 8
Feuerrad-Galaxie, Kosmische Hintergrundstrahlung, Pluto u. a.

Die Kartierung unserer Galaxis 14
Im Jahr 2011 soll der Esa-Satellit Gaia ins All starten

▶ **Leben im Zeichen des Krebses** 20
Die Exoplaneten von 55 Cancri A

▶ **Der Tag, an dem die Erde stillsteht** 24
Wie die Menschheit auf Signale von Außerirdischen reagieren würde

Splitter des Mondlichts 32
Blutjunge Mondsicheln zu erspähen ist eine echte Herausforderung

BEOBACHTUNG

Deep Sky 36
Kugelsternhaufen – die Satelliten der Galaxis

Feldstechertipp 40
Der Ursa-Maior-Bewegungshaufen

Sterntafel 42
Der mitternächtliche Himmel in der Übersicht

Planetarium 44
Ein Frühling mit zwei Stars

Schauplatz Mond 46
Nicht nur seine Krater, auch die Ebenen dazwischen sind spannend

Highlight 48
Sie stand vor genau tausend Jahren am Himmel: die Supernova SN 1006

SZENE

▶ **Porträt** 50
Dieter Nürnberger ist Betriebsastronom am VLT in Chile

Kippenhahns Sternstunde 54
Die Psychologie der Außerirdischen

Planetarien 56
Sternhimmel mit Schweizer Uhrwerk: die Planetarien der Eidgenossen

Die auf der Titelseite angekündigten Themen sind mit ▲ gekennzeichnet

Fernerkundung 14

Das europäische Weltraumteleskop Gaia soll eine Milliarde Sterne vermessen und Daten für die genaueste Karte des Milchstraßensystems liefern

TITEL 24

CSIRO, ATNF

Der erste Funkkontakt mit außerirdischen Intelligenzen wird in vielen Filmen als äußerst dramatisch dargestellt. Doch es käme wohl anders

Planetenjäger auf Tierkreis-Safari

20

NASA, LYNETTE R. COOK

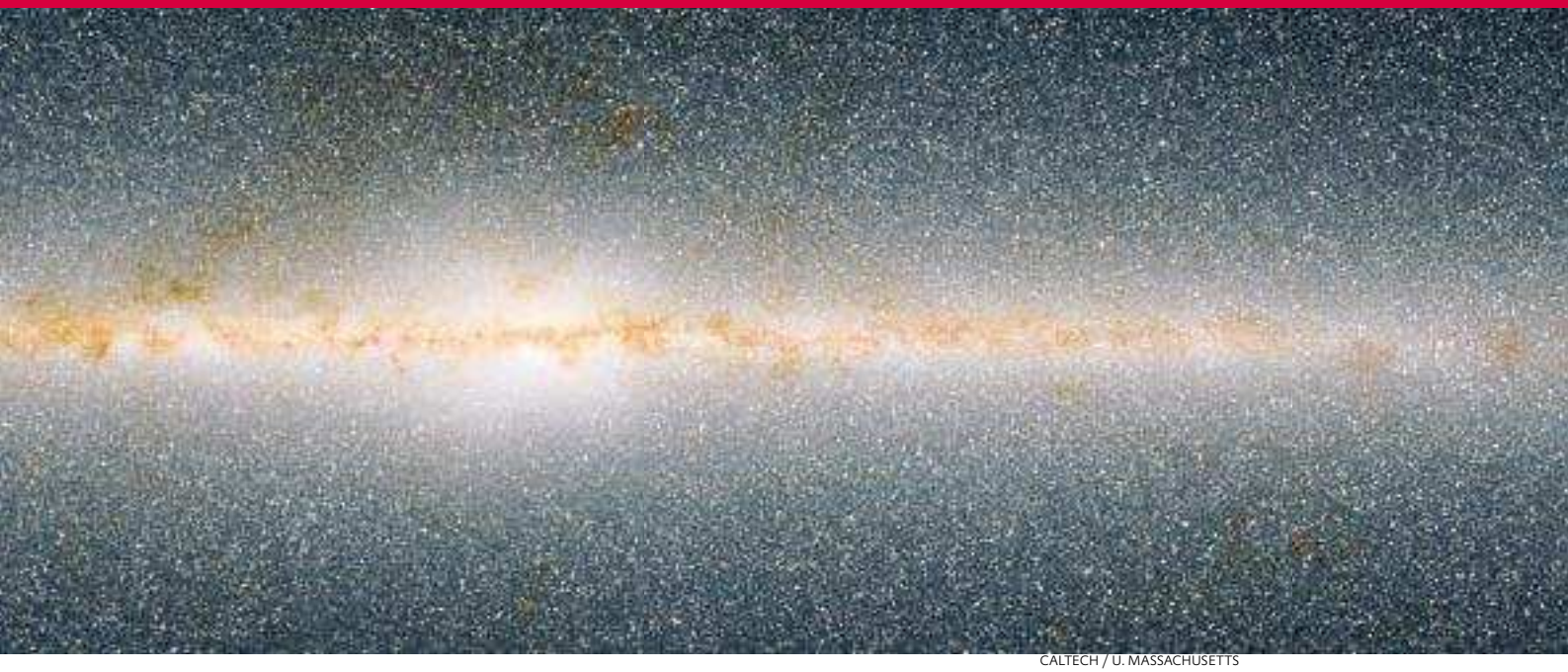
Schon mehr als 180 Planeten haben Forscher außerhalb unseres Sonnensystems ausgemacht. Um den Doppelstern 55 Cancri kreisen gleich vier davon

Gertenschlank

32

YOUSSEF M. ISMAIL

Wenige Stunden nach Neumond präsentiert der Erdtrabant nur eine magere Sichel. Ihr Anblick jedoch ist faszinierend – vorausgesetzt, Sie verpassen sie nicht



CALTECH / U. MASSACHUSETTS

THOMAS MÜLLER

Besuch in der Einöde 50

In der chilenischen Atacamawüste hilft Dieter Nürnberger europäischen Forschern, das Beste aus dem Very Large Telescope herauszuholen

wis
wissenschaft in die schulen!

NASA, JOHN M. GRUNSFELD

Fotografieren im Orbit 60

Die Astronauten Grunsfeld und Pettit plaudern aus dem Nähkästchen und kennen alle Tricks, damit Aufnahmen in der Umlaufbahn gelingen

Moderne Spiegel 64

Seit Isaac Newtons Erfindung vor mehr als dreihundert Jahren wurden Spiegelteleskope immer weiter entwickelt. Heute sind sie ideale Instrumente für Einsteiger

CELESTRON

TIPPS

Astrofotografie 60
Vom All aus den Himmel knipsen – bei 28 000 Kilometern pro Stunde

Teleskopmarkt 64
Spiegelteleskope bieten ein unschlagbares Preis-Leistungs-Verhältnis

Glanzlichter 70
Im Zeichen des Trabanten: Halbschattenmondfinsternis

Hochglanz 74
So kommen Sie schrittweise zum richtigen Tonwert

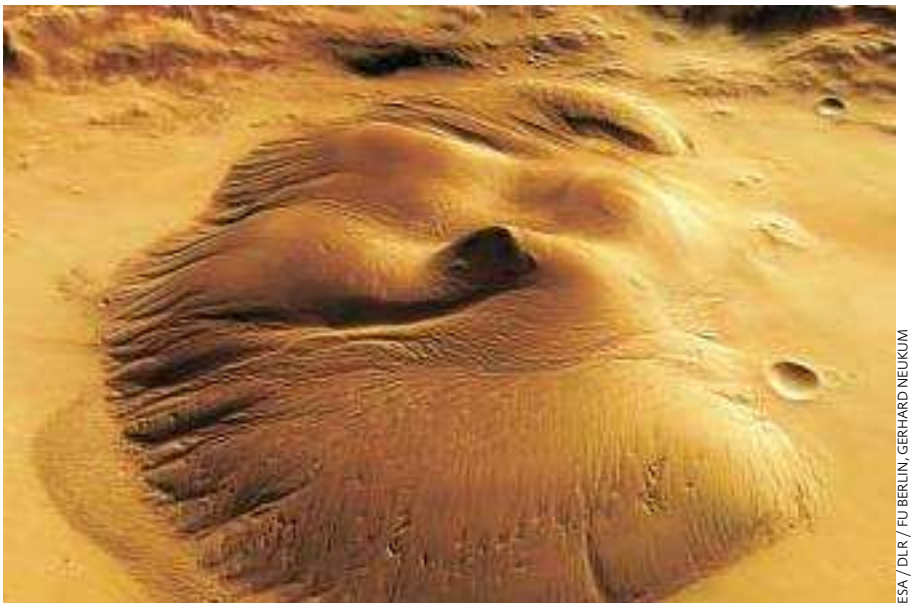
Bücher 76
Außerirdische, wohin das Auge schaut

TV & Events 78

3 Editorial • 6 Leserbriefe / Leser fragen – Experten antworten • 80 Astromarkt / Preisrätsel • 82 Vorschau / Impressum

Titelbild: Das Australia Telescope Compact Array, eine Anordnung von sechs 22-Meter-Antennen für die Radioastronomie, liegt westlich der Stadt Narrabri. Mit solchen Anlagen suchen Forscher nach Signalen von Außerirdischen

CSIRO, ATNF



ESA / DLR / FU BERLIN, GERHARD NEUKUM

Das Bergmassiv im Nicholson-Krater ist auf dem Marsbild zu sehen. In AH 4/2006 auf S. 31 war fälschlicherweise vom Schildvulkan Hadriaca Patera und dem Tal Dao Vallis die Rede.

Namensverwirrung

»Europas Logenplatz am Mars«
AH 4/2006, S. 26

Das Foto auf S. 31 oben rechts wurde irrtümlicherweise mit Hadriaca Patera und Dao Vallis beschriftet. Es zeigt jedoch das Bergmassiv innerhalb des Nicholson-Kraters. Dao Vallis liegt in der Nähe von Hadriaca Patera. Bilder dieser Marsgegenden sind auch auf der Mars-Express-Sonderseite des DLR zu finden (www.dlr.de/mars).
Die erodierten Bereiche nördlich von Dao Vallis und Niger Vallis sind die Abhänge von Hadriaca Patera. Das Viking-Foto unter http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA00415 verdeutlicht dies. Hier ist die Caldera von Hadriaca Patera knapp rechts der Bildmitte auszumachen, umgeben von Erosionsrinnen auf dem Abhang.
Ich bin Student bei Professor Neukum und habe bereits als Praktikant am DLR mit den HRSC-Bilddaten gearbeitet. Über Ihre Berichterstattungen über die Ergebnisse des Kamera-Experiments freue ich mich regelmäßig und bin als ehemaliger Star-Observer-Abonnent mit Ihrem Magazin sehr zufrieden.

Christian Leu, per E-Mail

Sternpositionen

Es muss wohl Gedankenübertragung gewesen sein. Im Rahmen Ihrer Leserumfrage schlug ich vor, bei interessanten Himmelsobjekten die entsprechende Deklination und Rektaszension anzugeben, damit ich sie in mein Teleskop einprogrammieren kann. Nun finde ich in der Aprilausgabe gleich zwei Seiten mit derartigen Angaben und damit mehr, als mein bescheidenes ETX 70 aufnehmen kann. Besten Dank!

Hans Reinhard Rapp, per E-Mail

Alpha Centauri

Die Sendung Alpha Centauri von Prof. Dr. Harald Lesch wird seit Anfang März nicht mehr in der Space Night des Bayerischen Rundfunks in BR3 gezeigt. Ich bitte die Fans dieser Sendung, ihr Interesse an einer weiteren Ausstrahlung im BR3 zu bekunden. Wenden Sie sich an die Redaktion von Alpha Centauri, an Georg Scheller oder an den Fernsehdirektor des Bayerischen Rundfunks Prof. Dr. Gerhard Fuchs (fsdir@brnet.de): Bayerischer Rundfunk, Rundfunkplatz 1, 80335 München

Manfred Korn, Stuttgart

Anmerkung von Harald Lesch:
Die Sendung läuft weiter, (derzeit) aber leider nur noch auf Bayern alpha.

Relativitätstheorie

Albert Einstein schreibt in seiner Allgemeinen Relativitätstheorie, dass radial zum kugelsymmetrischen Gravitationsfeld angelegte Maßstäbe eine Verkürzung erfahren, tangential angelegte dagegen nicht. Bewegen sich die Planeten folglich auf anderen Bahnen als den klassischen Ellipsen oder ändern sich lediglich die radialen Koordinaten der Planetenbahnen, während diese von einem nicht deformierten Koordinatennetz aus betrachtet weiterhin Ellipsenbahnen sind?

Edgar Löhr, per E-Mail

Antwort der Redaktion:
Sie beschreiben genau den Effekt, der als erste große Bestätigung der Allgemeinen Relativitätstheorie gilt: die Erklärung der lange vorher bekannten, aber unverstandenen Periheldrehung des Merkurs. Die Bahn dieses Planeten entspricht deshalb einer Rosettenbahn.

Exakt wie ein Uhrwerk

Ich hörte, dass seit den 1970er Jahren ein extraterrestrischer Blitz beobachtet würde, der exakt aller 215 Sekunden aufblitzt. Ist Ihnen dieser Fall bekannt?

Carl Niemann, per E-Mail

Antwort der Redaktion:
Es handelt sich um den pulsierenden Weißen Zwerg G117-B15A im Sternbild Kleiner Löwe. Seine Blitze sind so gleichmäßig, dass der Stern erst nach 8,9 Millionen Jahren um eine Sekunde »nachgehen« wird. Mit dieser Genauigkeit stellt er sogar die äußerst stabil tickenden Atomuhren in den Schatten. Mehr dazu auf Englisch unter http://mcdonaldobservatory.org/news/releases/2005/1201.html

Briefe an die Redaktion …

… sind willkommen!

Schreiben Sie an:
ASTRONOMIE HEUTE
Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg
Fax: 06221 9126-769
E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

Wir behalten uns vor, Leserbriefe gekürzt zu veröffentlichen.

»Leser fragen – Experten antworten«

Hätte der Urknall vor etwa vierzehn Milliarden Jahren nicht in unserer Nähe stattgefunden, müssten wir in bestimmten Raumbereichen Objekte finden, die ausschließlich jünger als vierzehn Milliarden Jahre sind. Da dies nicht der Fall ist, befinden wir uns wohl doch im Zentrum des Universums? Georgi Sporny, per E-Mail

Der Urknall fand in der Tat vor ungefähr vierzehn Milliarden Jahren statt. Das lässt sich gut durch die Messung der Geschwindigkeit bestimmen, mit der sich das Weltall ausdehnt. Alte Sterne wie Weiße Zwerge ermöglichen zusätzliche Rückschlüsse auf das Alter des Universums.

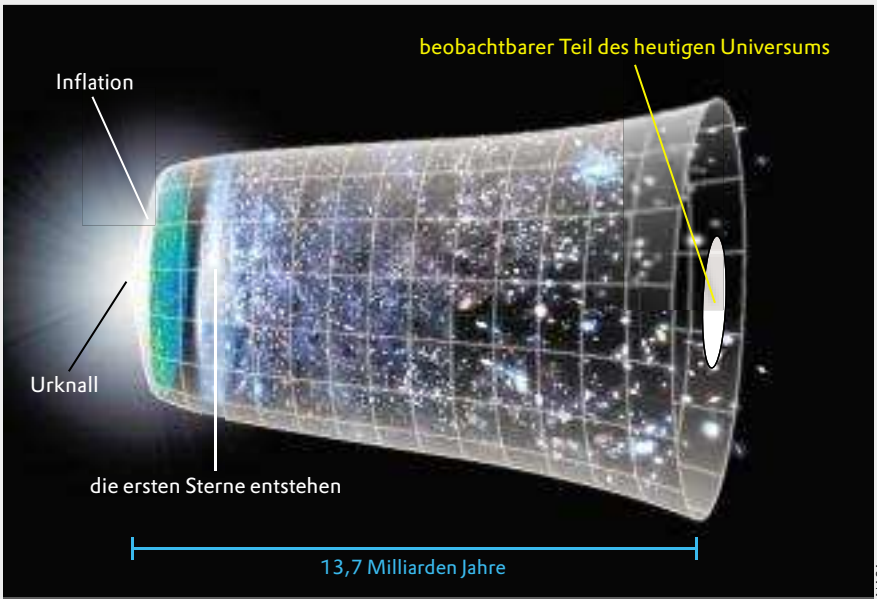
Vor dem Urknall gab es weder Raum noch Zeit, sie sind erst mit dem Big Bang entstanden. Daher kann man nicht davon sprechen, dass er »irgendwo« oder gar »in unserer Nähe« stattgefunden hat. Wir befinden uns folglich irgendwo im Universum, das mit dem Urknall seinen Anfang genommen hat, und nicht an irgendeinem bevorzugten Ort.

Das Licht kann sich seit dem Urknall nur vierzehn Milliarden Lichtjahre weit ausgebreitet haben. Das ist der Radius des für uns überschaubaren Raums innerhalb des Universums, unseres Ereignishorizonts. Man sollte diesen aber nicht mit dem Radius des Kosmos verwechseln. Dieser ist erheblich größer als der Teil, den wir sehen können, und er dehnt sich überall gleichmäßig aus. Ein Beobachter, der beispielsweise sieben Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt ist, verfügt auch über einen Ereignishorizont mit einem Radius von vierzehn Milliarden Lichtjahren.

Wir befinden uns im Mittelpunkt unseres eigenen Horizonts. Das ist im Grunde so wie auf der Erde. Auch hier definiert der Standpunkt des Betrachters den Horizont, aber daraus würde ja auch niemand schließen, er befinde sich im Zentrum der Erdoberfläche.

Die Objekte innerhalb des für uns überschaubaren Raums sind jünger als das Universum. Je weiter sie entfernt sind, umso länger war ihr Licht zu uns unterwegs und in umso früheren Entwicklungsstadien sehen wir sie. <<

Matthias Bartelmann forscht als Professor für Theoretische Astrophysik an der Universität Heidelberg. **Jürgen Brück** ist freier Journalist und schrieb in AH 3/2006 über den Urknall.



NASA

Nur einen kleinen Teil des Weltalls, unseren Horizont, können wir überschauen.

Senden Sie uns Ihre Fragen zu Astronomie und Raumfahrt! Wir bitten Experten um kompetente Antworten und stellen die interessantesten Beiträge vor.

Wissen aus erster Hand

spektrumdirekt
Die Wissenschaftszeitung im Internet

Die Redaktion von spektrumdirekt informiert Sie online schnell, fundiert und verständlich über den Stand der Forschung.

www.spektrumdirekt.de/info

CASSINI

Geysire auf Saturnmond Enceladus

Die Geysire von Enceladus entspringen vermutlich in diesen »Tigerstreifen«, Bruchstrukturen am Südpol des Saturnmonds.

NASA, JPL / SPACE SCIENCE INSTITUTE / DLR

Auf den Bildern der Raumsonde Cassini vom Saturnmond Enceladus haben Forscher Wasser speiende Geysire entdeckt. Die Fontänen entspringen am Südpol des nur 500 Kilometer großen Trabanten und reichen bis in eine Höhe von fast 500 Kilometern. Sie speisen sich aus einer vermutlich nur wenige Meter unter der Eisoberfläche liegenden Quelle. Die winzigen Wassertropfen erstarren sofort zu Eis. Ein Teil davon scheint den äußersten Ring des Saturns mit Material zu versorgen.

Neben gefrorenem Wasser finden sich in der Region auch Kohlendioxid und organische Moleküle. Zudem offenbaren die Daten mehrere leicht geschwungene, parallel verlaufende Bruchstrukturen. Vermutlich wird das Wasser aus diesen von den Wissenschaftlern »Tigerstreifen« genannten Gräben mit Hochdruck ausgestoßen. Auf Grund der geringen Dichte von Einschlagkratern gehen die Forscher davon aus, dass die Gebiete zwischen diesen Tigerstreifen deutlich jünger als eine Million Jahre sind – in geologischen Maßstäben ist dies ein sehr geringes Alter.

Eigentlich ist es in einer Entfernung von fast anderthalb Milliarden Kilometern von der Sonne zu kalt, als dass ein Mond des Saturns unter seinem Eispanzer Wasser in flüssiger Form beherbergen könnte. Im Fall von Enceladus wird die Energie zum Schmelzen des Eises offenbar durch die Gezeitenkräfte von Saturn und den benachbarten Monden Mimas, Tethys und Dione erzeugt.

GAMMASTRAHLENAUSBRÜCHE

Ungewöhnliche Explosion

Mit Hilfe des Swift-Satelliten haben Forscher in nur 440 Millionen Lichtjahren Entfernung einen ungewöhnlichen Gammastrahlenausbruch beobachtet. Bisher wurde erst ein solcher Ausbruch in geringerer Entfernung beobachtet. GRB 060218 kam aus einer Region hoher Sternbildungsrate im Sternbild Widder. Normalerweise dauern Bursts allenfalls einige Dutzend Sekunden an, doch die Gammastrahlung von GRB 060218 verlosch am 18. Februar 2006 erst nach über einer halben Stunde.

Nach Ansicht der Forscher kündigt der ungewöhnlich lange Ausbruch die bevorstehende Explosion eines massereichen Sterns an. Tatsächlich haben Alicia Soderberg vom California Institute of Technology und ihre Kollegen wenig später genau an der Stelle eine Supernova entdeckt (SN 2006aj).

Die Beobachtung stützt das Modell, wonach lange Bursts entstehen, wenn der Kern eines massereichen Sterns kollabiert. Die Gammastrahlenausbrüche sind demnach Ausdruck von Schockwellen in den Jets, in denen nachstürzende Gasmassen beinahe mit Lichtgeschwindigkeit ins All transportiert werden.

NASA / ESA / H. WEAVER (JHU/APL) / A. STERN (SWRI) / THE HST PLUTO COMPANION SEARCH TEAM

SONNENSYSTEM

Pluto: ein Ringplanet?

Erst kürzlich hatten Astronomen mit dem Hubble Space Telescope entdeckt, dass Pluto neben Charon noch zwei weitere Monde besitzt. Ein Team um Alan Stern vom Southwest Research Institute in San Antonio weiß jetzt auch, warum: Pluto verdankt alle drei Trabanten einem Asteroideneinschlag.

Die nur fünfzig beziehungsweise 160 Kilometer großen Monde mit den vorläufigen Bezeichnungen P1 und P2 kreisen in der gleichen Ebene wie Charon um Pluto – P1 in einer Entfernung von ungefähr 65 000, P2 in einer Entfernung von knapp 50 000 Kilometern. Darüber hinaus sind die Umlaufzeiten der drei Trabanten synchron. In der Zeit, in der Charon Pluto zwölfmal umrundet, dreht sich P1 ziemlich genau zwei- und P2 dreimal um den Planeten. All dies spricht dafür, dass die Monde gleichzeitig durch dasselbe Ereignis entstanden.

Und noch etwas entdeckten die Forscher: Die kleinen Monde sind dem ständigen Bombardement von kleineren Brocken im Kuiper-Gürtel ausgesetzt und zerfallen deshalb allmählich. Die Staub- und Eispartikel müssten nach Ansicht der Forscher von Pluto eingefangen werden und einen Ring bilden. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, wäre Pluto der erste feste Planet mit Ring.

Charon ist nicht der einzige Mond, der um Pluto kreist.

Etwa jeder zehnte der eine Billion Sterne in der Feuerrad-Galaxie M 101 ähnelt unserer Sonne.

NASA / ESA

HUBBLE SPACE TELESCOPE

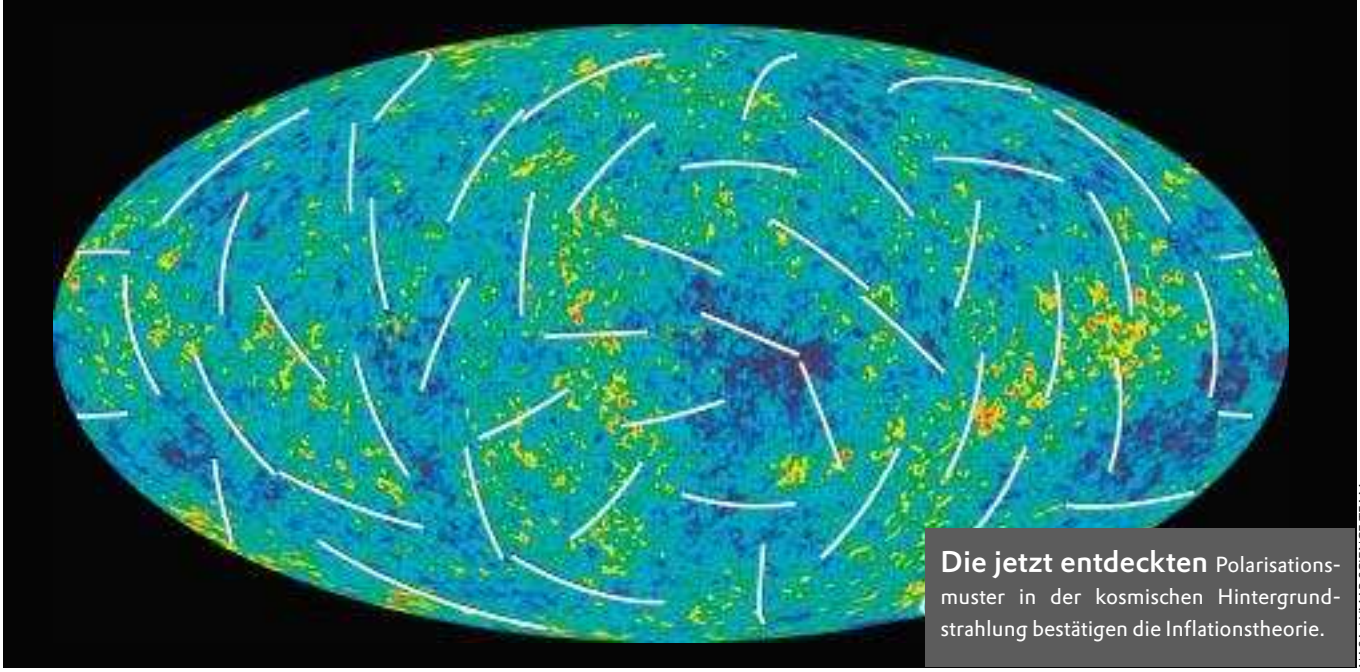
Spektakuläres Feuerrad

Mit dem Hubble-Weltraumteleskop hat ein deutsch-amerikanisches Forscherteam das bislang detailreichste Foto der Feuerrad-Galaxie M 101 geschossen. Nach Angaben der europäischen Raumfahrtagentur Esa in Garching handelt es sich um eine in dieser Schärfe noch nie gelungene Aufnahme der Spiralgalaxie im Sternbild Großer Bär, die rund 25 Millionen Lichtjahre von uns entfernt ist (siehe S. 40).

Das Sternsystem hat einen Durchmesser von rund 170 000 Lichtjahren – sie ist also fast doppelt so groß wie unsere Galaxis. In M 101 kreisen nach Schätzungen der Wissenschaftler eine Billion Sterne. Etwa jeder zehnte davon, also rund hundert Milliarden Sterne, gleicht unserer Sonne.

Wegen der langen Reisezeit des Lichts von M 101 zu uns ist die Galaxie auf dem Foto zur Zeit des Miozäns zu sehen, als auf der Erde die ersten Elefantenarten erschienen.

Die Bild besteht aus 51 Einzelaufnahmen, die das Hubble Space Telescope von 1994 bis 2003 gesammelt hat. Die Auswertung dürfte noch zehn Jahre in Anspruch nehmen.



Die jetzt entdeckten Polarisationsmuster in der kosmischen Hintergrundstrahlung bestätigen die Inflationstheorie.

NASA, WMAP SCIENCE TEAM

KOSMISCHE HINTERGRUNDSTRAHLUNG

Bestätigung der Inflationstheorie

Raum und Zeit hatten ihren Anfang vor genau 13,7 Milliarden Jahren. Das verraten eindrucksvolle Messungen der kosmischen Hintergrundstrahlung mit einem Satelliten der Nasa. Zwölf Monate hatten die Forscher mit der Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) die Temperaturen des gesamten Himmels gemessen. Jetzt entdeckten sie in dem vor drei Jahren veröffentlichten Strahlungsmuster extrem schwache Polarisationssignale.

Indem die Wissenschaftler um Charles Bennett vom WMAP Science Team diese Signale mit verschiedenen kosmologischen Modellen verglichen, konnten sie nicht allein auf das genaue Alter, sondern auch auf die Zusammensetzung des Universums schließen.

Demnach bestehen nur vier Prozent davon aus gewöhnlichen Atomen, aus denen alle für den Menschen wahrnehmbare Materie ist. Die ominöse Dunkle Materie macht etwa 22 Prozent aus. Sie wurde bisher zwar nie direkt nachgewiesen, ohne sie müssten jedoch die rotierenden Galaxien infolge der Fliehkräfte auseinander fliegen. Der größte Teil des Kosmos – nämlich 74 Prozent – geht auf das Konto der genauso geheimnisvollen Dunklen Energie zurück. Sie ist nach Ansicht der meisten Kosmologen dafür verantwortlich, dass das Universum mit stetig wachsender Geschwindigkeit expandiert.

Zudem sehen die Wissenschaftler bestätigt, dass es tatsächlich nach dem Urknall entstand und sich innerhalb einer billionstel Sekunde, so WMAP-Forscher David Spergel, »von der Größe einer Murmel zu seiner heute beobachtbaren Dimension aufgebläht hat«.

WELTRAUMTELESKOPE

Wenn Galaxien kollidieren

Mit dem Spitzer-Weltraumteleskop haben Astronomen in der Galaxiengruppe »Stephans Quintett« Hinweise auf eine gewaltige Kollision entdeckt. Demnach bewegt sich die Galaxie NGC 7318b mit rasender Geschwindigkeit auf die Gruppe aus fünf Galaxien zu und erzeugt dabei eine mehr als 100 000 Lichtjahre große Schockwelle.

Sichtbar wurde diese durch angeregte Wasserstoffmoleküle, die im infraroten Spektrum leuchten. Die Beobachtungen der Astronomen um Philip Appleton vom California Institute of Technology in Pasadena lassen darauf schließen, dass sich das Gas mit einer Geschwindigkeit von 870 Kilometern pro Sekunde bewegt.

Von den Beobachtungen der Kollision in rund 280 Millionen Lichtjahren Entfernung erhoffen sich die Forscher Aufschlüsse über die frühe Geschichte des Universums. So waren solche Zusammenstöße vor zehn Milliarden Jahren sehr häufig. Damals waren die ersten Galaxien bereits entstanden, sie tummelten sich aber auf viel engerem Raum.

Bei der Kollision mit Stephans Quintett erzeugt NGC 7318b (blaue Wolke rechts der Mitte) eine grün leuchtende Schockwelle.

NASA, JPL / CALTECH / MPG / P. APPLETON (SSC/CALTECH)

KOMETEN

Heißer Staub aus dem All

Die vor drei Monaten von der Raumsonde Stardust zur Erde mitgebrachten Proben des Kometen Wild 2 versetzen die Wissenschaftler in helle Aufregung. Auf einer Pressekonferenz Mitte März teilte die amerikanische Raumfahrtbehörde Nasa mit, dass erste Untersuchungen der Partikel die bisher angenommene Entstehungsgeschichte des Kometenmaterials in Frage stelle. Danach haben sich die jetzt untersuchten Bestandteile des Kometen Wild 2 eindeutig in großer Hitze, also in der Nähe der Sonne oder eines anderen Sterns gebildet und sind erst danach an den kalten Rand des Planetensystems gewandert. Bisher ging man davon aus, dass Kometen ausschließlich dort aus Eis, Gas und Staub geformt wurden. Die Ergebnisse der Stardust-Mission könnten dieses Bild ändern.

»Es scheint«, so Michael Zolensky vom Johnson Space Center der Nasa in Houston, »dass Kometen aus einer Mischung von Materialien bestehen, die in allen Temperaturbereichen sowohl sehr nahe der Sonne als auch weit von ihr entfernt entstanden sind.«

Ersteres schließen die Forscher aus dem Fund von kristallinem Olivin in den Wild-2-Proben. Olivin ist eines der häufigsten Silikate und ein gesteinbildendes Mineral, dessen Existenz auf hohe Temperaturen hinweist. Auch kalzium- und aluminiumreiche Mineralgemische deuten darauf hin, dass das Kometenmaterial anfangs Temperaturen von mindestens tausend Grad Celsius ausgesetzt gewesen sein muss. Bei diesen Fragmenten könnte es sich um Bruchstücke kleiner Schmelzkügelchen (so genannte Chondren) oder CAIs (kalzium- und aliminiumreiche Einschlüsse) aus dem Urnebel handeln, die bereits lange vor den Planeten unser Sonnensystem bevölkerten und erst später in dessen äußere Bereiche verfrachtet wurden.

»Ein Transport dieser Stoffe im sich gerade bildenden Planetensystem ist bei der homogen durchmischten Scheibe des Urnebels gar nicht so unwahrscheinlich«, erläutert Frank Brenker, Geologe und Heisenberg-Stipendiat am Institut für Mineralogie der Universität Frankfurt am Main.

NASA, JPL / CALTECH

Aufgespießt auf einer Nadel warten die im Kollektormaterial gefangenen winzigen, von Einschlagspuren gezeichneten Kometenstaubkörner auf ihre Untersuchung.

Er ist der Leiter einer von drei Forschergruppen in Deutschland, die von der Nasa Proben des Kometen Wild 2 zur Untersuchung bekommen haben. Neben bipolaren Jets der frühen Sonne, welche die jetzt gefundenen Materialien senkrecht zur Scheibenebene nach außen transportiert haben könnten, kommt nach Brenker auch noch ein anderer Mechanismus in Betracht. So hätten durch die Urplanetenscheibe laufende Dichtewellen ähnlich hohe Temperaturen zur Folge und könnten die jetzt gefundenen Hochtemperatur-Einschlüsse ebenfalls erklären.

Noch stehen die Forscher am Anfang, da die eingefangenen Staubpartikel auf Grund ihrer geringen Größe nur mit extrem aufwändigen Untersuchungsmethoden untersucht werden können. In einem nächsten Schritt sollen auch die noch viel kleineren, beim Eintreten in das Kollektormaterial Aerogel abgesplitterten Sekundärpartikel analysiert werden. Und auch von der Untersuchung der Flugkanäle versprechen sich die Wissenschaftler weitere Erkenntnisse.

Große Auswahl, kompetente Beratung, guter Service!

Aber damit geht es bei uns erst los! Bevor wir zu einem bestimmten Kauf raten, wollen wir sicher sein, Ihnen auch wirklich das Optimum des Verfügbaren in Bezug auf Ihre Bedürfnisse, Größe, Transportabilität, Qualität und Preis aus der Vielzahl der Marktanbieter herausgesucht zu haben. Wir stellen auf Wunsch das Instrument nicht nur auf, sondern wir weisen ein, beraten beim Zubehör, geben Ihnen Beobachtungstipps, ja wir beobachten auf Wunsch sogar mit Ihnen, um Ihnen den Einstieg in Ihr neues Hobby so angenehm und so einfach wie nur möglich zu machen.

Und wenn's denn eine eigene Sternwarte sein soll, haben wir auch die passenden Beobachtungs-Kuppeln dazu. Von 2,3m über 3,2m bis 4m als preisgünstige Standardmaße und darüberhinaus als Sonderanfertigung bieten wir unsere Kuppeln nun bereits seit vielen Jahren in Europa an. GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) als aus dem Bootsbau bekanntes und bewährtes Material bietet sich für Kuppeln ideal an. Unsere GFK

Astro-Kuppeln sind mehrteilige, verwindungssteife und formschöne Kuppelkonstruktionen aus Glasfaser-Polyesterkunststoff mit einem Kopfüber-Schiebetor und einer Ausstell-Horizontklappe (Größen ab 5m können alternativ mit seitlich verschiebbaren Toren hergestellt werden – wie zB. „Mount Palomar“).

Profitieren Sie von der über 20-jährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter, sprechen Sie mit unseren Fachkräften und vereinbaren Sie einen unverbindlichen Beratungstermin in unserem Ausstellungsraum. Wir freuen uns darauf, Sie bei uns begrüßen zu dürfen!

Viele weitere interessante Produkte sowie eine aktuelle Schnäppchenliste mit günstigen Angeboten finden Sie im Internet unter **www.astrocom.de**!

ASTROCOM GmbH/Abt. 3 • Lochhamer Schlag 6
D-82166 GRÄFELFING bei MÜNCHEN
☎ ☺ (089) 8583 660 • Fax (089) 8583 6677
eMail: service@astrocom.de • www.astrocom.de

BEMANNTE RAUMFAHRT

Interview mit Thomas Reiter

Esa-Astronaut Thomas Reiter wird voraussichtlich im Juli mit dem Spaceshuttle Discovery zur Internationalen Raumstation fliegen und dort sechs Monate lang bleiben. Er wäre damit der erste Europäer, der einen Langzeitaufenthalt auf der ISS absolviert.

Thomas Reiter (2. v. l.) bereitet sich schon lange auf den bevorstehenden Shuttleflug vor. ESA

ASTRONOMIE HEUTE: Herr Reiter, Sie haben viele Aufgaben bei dieser Mission – die Betreuung der Station, ein umfangreiches Wissenschaftsprogramm, den Aufbau von Experimenten. Womit werden Sie hauptsächlich beschäftigt sein?

Thomas Reiter: In erster Linie mit dem Betrieb, der Wartung und – falls erforderlich – der Instandsetzung der Bordsysteme. Das Wissenschaftsprogramm nimmt dagegen nur einen relativ kleinen Teil meiner Zeit in Anspruch.

AH: Sie sollen auch einen Weltraumspaziergang unternehmen. Wozu?

Reiter: Wir haben einen sechsstündigen Außeneinsatz geplant, bei dem verschiedene Sensoren zu installieren sind, darunter ein Gerät zur Messung der elektrischen Potenziale, die sich am Äußeren der Station bilden. Weiterhin werden wir zwei Plattformen außen anbringen, auf denen jeweils etwa zweihundert Materialien aufgebracht sind, die über längere Zeit den Bedingungen des Weltraums ausgesetzt werden …

AH: … und aus denen man künftig Module für die Raumstation oder Raketen bauen möchte?

Reiter: Richtig. Man untersucht die Auswirkungen des atomaren Sauerstoffs, der sich in dieser Höhe befindet, auf diese Materialien. Sie werden nach einigen Monaten von einer anderen Crew wieder eingesammelt und später analysiert. Weiterhin müssen wir bei dem Außenbordeinsatz zwei Computer austauschen und das Wärmekontrollsystem warten, das die in der Station entstehende Abwärme sammelt und in den Weltraum abstrahlt. Dieses System funktioniert mit flüssigem Ammoniak und es ist sehr wichtig, seine Dichtungen und Ventile zu prüfen. Wahrscheinlich werden wir auch eine Infrarotkamera testen, die bei künftigen Spaceshuttleflügen dazu dienen soll, etwaige Schäden an den Flügelvorderkanten der Raumfähren zu erkennen.

AH: Der Start für Ihre Mission war ursprünglich für Juli 2005 geplant. Wegen der Probleme mit den Spaceshuttles wurde er aber mehrfach verschoben – mittlerweile um ein ganzes Jahr. Wie gehen Sie damit um?

Reiter: Natürlich arbeitet man in dem sehr intensiven Vorbereitungstraining auf den Starttermin hin und richtet alles – nicht zuletzt das Private – darauf aus, für mehrere Monate die Erde zu verlassen. Wenn dann die Entscheidung fällt, den Start zu verschieben, ist man – ich will nicht sagen enttäuscht. Aber man denkt daran, was das jetzt bedeutet, was alles umgestellt und neu organisiert werden muss. Erst gestern Abend (Anm. der Red.: am 14. März) ist das Startfenster abermals verlegt worden, von Mai auf Juli. Das ist sicherlich nicht sehr erfreulich, aber solche Entscheidungen dienen ja vor allem der Sicherheit der Astronauten. Insofern ist es natürlich besser, hier sehr sorgfältig vorzugehen.

AH: Die Russen wollen den Kliper entwickeln, eine Raumfähre mit Ähnlichkeiten zum Spaceshuttle, also einem Gleiter. Die Amerikaner hingegen entwickeln das Crew Exploration Vehicle eine Kapselkonstruktion (Anm. der Red.: CEV, siehe auch AH 4/2006, S. 12). In welchem der beiden Konzepte – Gleiter oder Kapsel – sehen Sie die Zukunft der bemannten Raumfahrt?

Reiter: Die Russen haben sich vor allem aus technischen Gründen für einen Gleiter entschieden. Sie möchten bei der Landung so weit wie möglich von der auf die Erde projizierten Orbitalbahn wegkommen, um eine große Flexibilität bei der Wahl des Landeplatzes zu haben. Mit Kapseln ist das nur begrenzt möglich: Die Sojus zum Beispiel kann höchstens sechzig Kilometer links oder rechts ihrer projizierten Orbitalbahn landen. Darüber hinaus haben Gleiter den Vorteil, dass die Belastung beim Wiedereintritt in die Atmosphäre geringer gehalten werden kann als bei einer Kapsel. Ihr Nachteil liegt in komplexeren Anforderungen an die Steuerung und höheren Kosten. Es ist schwer zu sagen, welches dieser Konzepte mehr Zukunft hat. Das hängt von den konkreten Anforderungen ab.

AH: Die Nasa hat sich nach vielen Querelen entschieden, ihr Shuttleprogramm bis 2010 fortzusetzen. Haben Sie den Eindruck, dass die Amerikaner nur noch das absolut Notwendige dafür tun oder dass sie nach wie vor voll hinter dem Programm stehen?

Reiter: Ich denke, die letzten Wochen haben gezeigt, dass es der Nasa sehr ernst damit ist, den Ausbau der ISS fortzuführen. Allerdings wird nach 2010 eine drei- bis vierjährige Lücke entstehen, in der die Amerikaner kein eigenes bemanntes Transportsystem zur Raumstation haben. Da muss dann auf die russische Seite zurück-

gegriffen werden – die Sojus funktioniert ja wie ein Schweizer Uhrwerk.

AH: Der Aufbau der ISS ist wegen der Pausen im Shuttleprogramm in Verzug geraten. Lässt sich der Rückstand noch aufholen?

Reiter: Von Aufholen kann keine Rede mehr sein. Wir hoffen allerdings, dass wichtige Komponenten bald installiert werden – zum Beispiel das Columbus-Modul, das Ende des nächsten Jahres an die ISS docken könnte. Dann könnten wir voll in die wissenschaftlichen Untersuchungen und die Nutzung der Bordsysteme einsteigen.

AH: Mit Ihrem Aufenthalt auf der ISS wird die dortige Mannschaftsstärke wieder auf drei erhöht. Ohne Shuttle lassen sich drei Mann auf der ISS aber nicht versorgen. Gibt es Vorkehrungen, falls die Shuttleflotte ausfällt, während Sie auf der Station sind?

Reiter: Die Versorgung ist relativ unkritisch. In dem Moment, wo ich auf der ISS eintreffe, sind die lebenswichtigen Güter für uns drei bereits hintransportiert worden. Es könnte höchstens passieren, dass kein Shuttle bereitsteht, um mich wieder herunterzubringen. In diesem Fall wäre es sicher möglich, dass ich an Bord einer Sojuskapsel zurückkehre.

AH: George W. Bush hat Anfang 2004 die neuen amerikanischen Weltraumpläne verkündet: Astronauten sollen zum Mond, später zum Mars fliegen. Viele Experten bezweifeln den Nutzen derartiger Mammutprojekte. Was ist Ihre Meinung: Bemannt zum Mond und Mars – ja oder nein?

Reiter: Ich bin von diesen Ideen begeistert. Schon als Kind habe ich die Apollo-Mondlandungen fasziniert im Fernsehen verfolgt. Der Nutzen solcher Missionen – etwa durch Ausbeutung von Ressourcen auf anderen Himmelskörpern – ist die eine Seite. Ich denke, es gibt aber auch einen kulturellen Aspekt der Raumfahrt. Der Mensch hat sich schon immer für das Unbekannte interessiert. Meiner Meinung nach sind die amerikanischen Weltraumvorhaben ihren Aufwand allemal wert.

AH: Man könnte Mond und Mars ja auch mit Robotern besuchen.

Reiter: Das ist nicht das Gleiche. Sie können einen Roboter nicht fragen, wie er es erlebt hat, auf der Oberfläche eines fremden Himmelskörpers gewesen zu sein. Und es gibt noch einen anderen Aspekt: Technische Systeme können leicht ausfallen. Natürlich machen auch Menschen Fehler, aber sie können in unvorhergesehenen Situationen flexibler reagieren. Ich würde die bemannte Raumfahrt auch nicht in Konkurrenz zur unbemannten sehen, sondern als Ergänzung dazu.

AH: Wo liegen aus Ihrer Sicht die größten Probleme für Astronauten bei einem Flug zum Mars?

Reiter: Ich denke da vor allem an die monatelange Schwerelosigkeit und ihre negativen gesundheitlichen Auswirkungen. Und natürlich an die Strahlenbelastung – wenn wir zum Mars fliegen, verlassen wir das schützende Erdmagnetfeld und setzen uns für sehr lange Zeit der kosmischen Strahlung aus. Hier wird noch einiges zu erforschen sein, was die Abschirmung von Raumschiffen anbelangt.

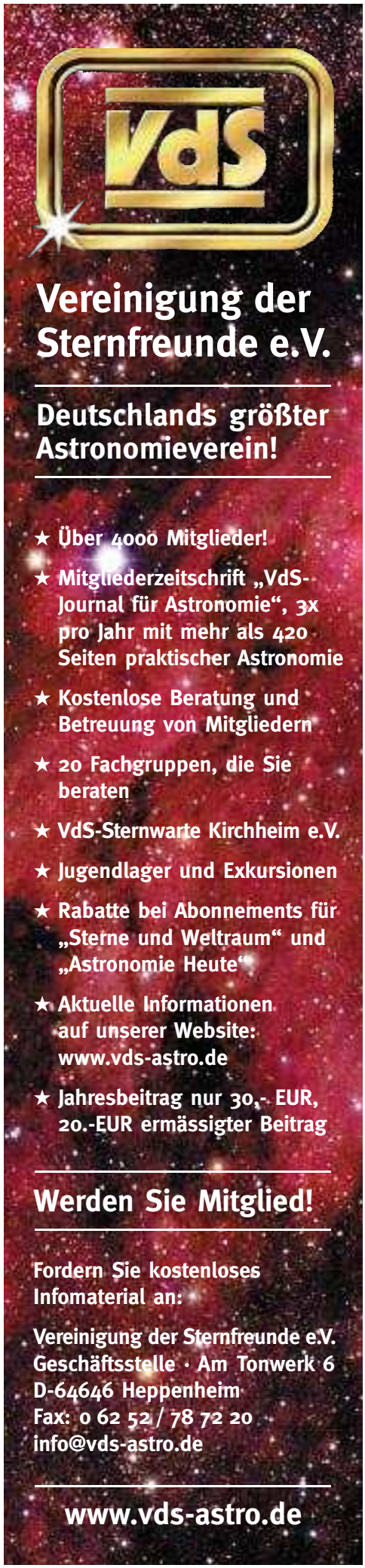
AH: Was ist mit der psychischen Beanspruchung bei so einem Langzeitflug?

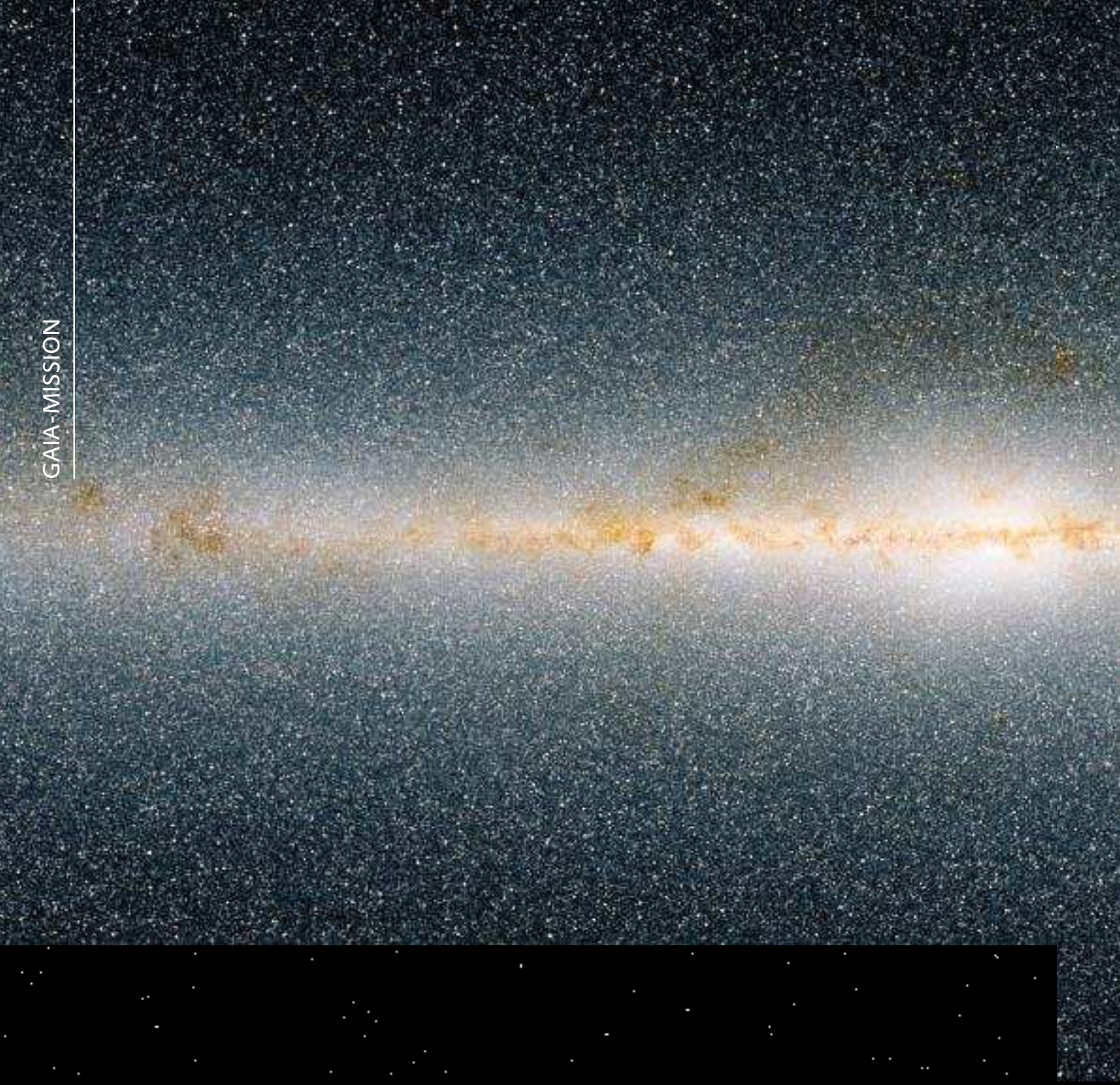
Reiter: Das sehe ich nicht als größtes Problem. Es ist eine Herausforderung, ohne Zweifel – aber aus meiner Sicht eine, die sich bewältigen lässt.

AH: Wenn Sie die Wahl hätten, morgen zur ISS zu fliegen, und zwar wahlweise mit einer Sojuskapsel oder einem Spaceshuttle – wofür würden Sie sich entscheiden?

Reiter: Das ist insofern etwas schwierig, als da zwei Herzen in meiner Brust wohnen. Einerseits habe ich einen Flug mit der Sojus bereits mitgemacht und möchte das jetzt natürlich auch gern mal im Shuttle erleben. Andererseits weiß ich, dass ich an Bord einer Sojus eine etwas aktivere Rolle haben könnte, und wenn dort entschieden würde, wir fliegen zu dem und dem Zeitpunkt, dann würde das auch stattfinden. Aber alles in allem bin ich mit der momentanen Lösung, an Bord eines Shuttles zu fliegen, durchaus zufrieden. <<

Das Interview führte **Frank Schubert**.

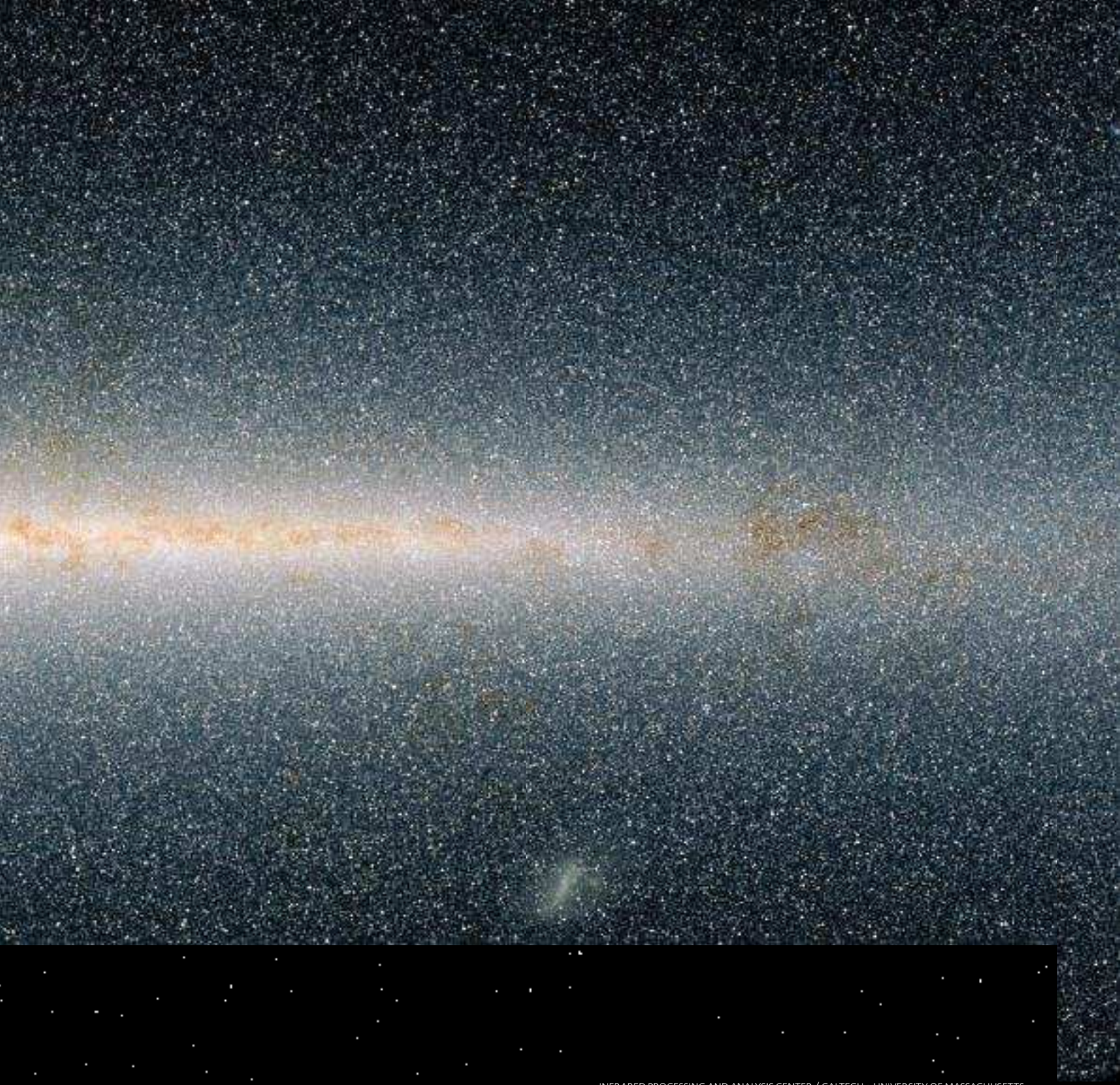




Die Kartierung unserer Galaxis

Im Jahr 2011 will die Esa den Satelliten Gaia auf die Reise schicken. Das Weltraumteleskop soll eine Milliarde Sterne vermessen und Daten für die genaueste Karte des Milchstraßensystems liefern.

>> Von Thorsten Dambeck



INFRARED PROCESSING AND ANALYSIS CENTER / CALTECH & UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS

Hier funkeln etwa hundert Milliarden Sterne und Sternhaufen. Im unteren Teil dieser Panoramaansicht der Milchstraße sind die Magellanschen Wolken zu erkennen (Infrarotaufnahme des Two Micron All Sky Survey).

ESA / MEDIALAB

Gaia wird ihre Mission in 1,5 Millionen Kilometer Entfernung von der Erde beginnen. Die bei ihrem Start 1700 Kilogramm schwere Sonde hat mit ihrem Sonnensegel einen Durchmesser von elf Metern.

Was da in einigen Jahren passieren wird, könnte unser Bild der Galaxis revolutionieren. Denn mit dem Gaia-Satelliten hat sich die europäische Weltraumbehörde Esa ein gewaltigen Technologiesprung vorgenommen: Mit einer bisher undenkbaren Präzision soll das Orbitalobservatorium den Sternhimmel vermessen. Zu den Positionen und Bewegungen von Sternen kommen Farb- und Helligkeitsmessungen. Und es geht dabei nicht nur um die schon heute bekannten Himmelsobjekte. In dem Datensatz wird auch viel Neues zum Vorschein kommen. »Gaia wird eine Entdeckungsmaschine«, prophezeit Michael Perryman, Chefwissenschaftler des Projekts.

Im Fokus der Mission steht unser Milchstraßensystem. Hier soll das Weltraumobservatorium rund eine Milliarde Sterne ins Visier nehmen – und unzählige neue Objekte finden, darunter 50 000 Braune Zwerge und – in unserem Sonnensystem – eine Million Asteroiden und Kometen.

Zudem hofft Esa-Astronom Perryman auf Zehntausende neuer Exoplaneten. Insbesondere Gasplaneten, die auf Bahnen ähnlich wie Jupiter und Saturn um andere Sterne kreisen, sollen dem robotischen Entdecker ins Netz gehen. Denn vergleichbare Riesenplaneten auf ähnlich weiten Orbits sind für die Doppler-Methode, mit der fast alle der bislang rund 180 Exoplaneten aufgespürt wurden, derzeit kaum sichtbar. Mit seinem hohen räumlichen Auflösungsvermögen ist Gaia in der Lage, die Taumelbewegungen der fernen Gestirne direkt zu messen und somit Beweise für solche Exoplaneten zu liefern.

20 000 Sterne auf einmal

Wenn alles klappt, wird es Ende 2011 losgehen. Dann startet Gaia an Bord einer Sojus-2-Trägerrakete ins All – und zwar in Kooperation mit der russischen Weltraumbehörde Roskosmos von einem neuen Startkomplex des Esa-Weltraumbahnhofs in Kourou, Französisch-Guyana. Es folgt die etwa viermonatige Reise zum 1,5 Millionen Kilometer entfernten Einsatzort am zweiten Lagrange-Punkt L2 des Erde-Sonne-Systems. Um die nach dem französischen Physiker Joseph Lagrange benannte Position wird Gaia eine stabile Umlaufbahn einschlagen. In diesem Erdabstand, etwa viermal so weit wie der Mond, hoffen die Wissenschaftler auf optimale Beobachtungsbedingungen. Den fernen Ausguck werden in Zukunft auch andere Forschungssatelliten nutzen, etwa das amerikanisch-europäische James-Webb-Space-Teleskop, das voraussichtlich im Jahr 2013 die Nachfolge des Hubble-Weltraumteleskops antreten wird.

Doch Gaia funkt keine bunten Bilder von Gasnebeln oder Galaxien zur Erde. Mit dem Vermessungssatelliten wollen die Forscher vielmehr die räumlichen Bewegungsmuster der Milchstraßensterne aufzeichnen. In einem Arbeitsgang können sie mit Hilfe der CCD-Bordsensoren der Sonde zwanzigtausend Sterne

vermessen. Unermüdlich werden die beiden rechteckigen Hauptspiegel nach und nach den ganzen Himmel scannen –, bis fünf Jahre später die genaueste und umfangreichste Kartierung des Milchstraßensystems fertig ist. Durchschnittlich siebzigmal nehmen Gaias Teleskopaugen dabei jedes einzelne Objekt ins Visier. Am Ende mündet die Datenflut in eine gigantische dreidimensionale Animation, einen Zeitrafferfilm der Sternbewegungen in unserer Galaxis.

Galaktische Geschichtsforschung

Bereits der Esa-Satellit Hipparcos (kurz für: High Precision Parallax Collecting Satellite) war ein Meilenstein in der Entwicklung der Astrometrie, also der Messung der Positionen und Bewegungen von Himmelskörpern. Während seiner vierjährigen Beobachtungen (1989 bis 1993) lieferte er Sternpositionen mit einer Genauigkeit einer tausendstel Bogensekunde. Rund 120 000 sonnennahe Sterne wurden so katalogisiert. Hinzu kamen zwei Millionen Sterne mit geringerer Präzision. Gaias Messungen sollen nun nicht nur fünfzigmal genauer werden als die von Hipparcos, der Nachfolger wird auch zehntausendmal mehr Sterne erfassen. Dies entspräche einem repräsentativen Querschnitt der Sterne unserer Galaxis.

Entsprechend hoch sind auch die Erwartungen der Himmelsforscher. So will Pavel Kroupa von der Universität Bonn beispielsweise überprüfen, ob sich offene Sternhaufen tatsächlich so entwickeln, wie es gegenwärtige Computermodelle vorhersagen. Die überwiegende Mehrheit der Sterne bildet sich in Haufen, die in große Molekülwolken eingebettet sind. Kroupa glaubt, am Himmel die einzelnen Vertreter der verschiedenen Entwicklungsstadien solcher Sternhaufen ausgemacht zu haben. Da ist einerseits der kaum eine Million Jahre junge Trapezhaufen im Orion. Mit hundert Millionen Jahren durchleben dagegen die Plejaden gerade ihr bestes Alter. Und schließlich die uralten Hyaden. Die haben bereits eine halbe Milliarde Jahre auf dem Buckel. »In kaum einem Drittel eines Himmelsquadranten sind damit die drei Entwicklungsstadien sogar mit bloßem Auge auszumachen«, konstatiert der Forscher aus Bonn.

In seinen Modellrechnungen spielt der Ausstoß von Gasen aus der Molekülwolke eine entscheidende Rolle. Die Ereignisse überschlagen sich, sobald die heißen, massereichen O-Sterne zünden und dem Gas von innen heraus einheizen. Denn ohne das plötzlich fehlende Gas ist der Haufen instabil: Die Mehrzahl der Haufensterne fliegt nach außen. Der Astronom vermutet, dass insbesondere kleine Galaxien von solchen Prozessen stark gebeutelt werden. Gaia, so hofft Kroupa, könnte die nach außen strebenden Sterne finden – ein wichtiges Indiz für seine Theorie.

Eine Frage brennt vielen Astronomen ganz besonders unter den Nägeln: Wie ist unsere Galaxis entstanden und wie hat sie sich entwickelt? Was sich in sternenklarer Nacht über den Himmel zieht, ist eine Sternsystem, das aus zwei Scheiben besteht – einer rund 4000 Lichtjahre starken dickeren und einer dünneren, die gerade ein Viertel davon ausmacht. Die jüngeren Sterne bevölkern diese dünne Scheibe – darunter auch unsere Sonne. Sie umkreist mit ihren Planeten die Galaxienmitte in rund 26 000 Lichtjahren Abstand. Im Zentrum ballen sich die Sterne zu einer Aufwölbung, dem »galactic bulge«. Innerhalb der dünnen Scheibe gibt es Zonen höherer Sterndichte – die charakteristischen Spiralarme, die sich um das Zentrum winden. Die im Durchmesser hunderttausend Lichtjahre große Scheibe ist in einen kugelförmigen Halo aus Kugelsternhaufen und Einzelsternen eingebettet. Diese sind die ältesten Sterne der Galaxis.

Der Aufbau unseres Sternsystems ist recht gut erforscht (AH 12/05, S. 36). »Seine Geschichte ist bisher jedoch alles andere als geklärt«, sagt Ulrich Bastian vom Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg, das bei der Datenauswertung federführend ist. Die »cold-dark-matter«-Theorien, die heute die meisten Forscher vertreten, besagen, dass sich die Gasmassen nach dem Ur- >

ESA / J. PIJNENBURG, R. VINK & B. BRAAM (TNO TPD DELFT), BERTRAND CALVEL (EADS ASTRIUM TOULOUSE) UND BERND HARNISCH (ESA-ESTEC)

Dieser Prototyp von Gaias Winkelmesser dient dem Test des Laserinterferometers. Er soll winzige Veränderungen des Winkels zwischen den angepeilten Himmelsregionen aufzeichnen (siehe Kasten oben).

Täglich ein bisschen Himmel

Für die präzisen Messungen peilt Gaia immer zwei verschiedene Himmelsregionen gleichzeitig an, beide trennt ein Winkel von 106,5 Grad. Die beiden Teleskope an Bord von Gaia haben mehr als 35 Meter Brennweite und eine Öffnung von 1,45 mal 0,5 Metern.

Indem sich Gaia alle sechs Stunden einmal um ihre eigene Achse dreht, wird jeden Tag ein kleiner Ring am Himmel abgetastet. Durch langsame Kippung, die sich an der Richtung zur Sonne orientiert, wird im Lauf der Zeit der gesamte Himmel erfasst.

EADS ASTRIUM

So soll die Brennebene von Gaia einmal aussehen. Dieser knapp achtzig Zentimeter breite Prototyp aus Siliziumkarbid wiegt nur acht Kilogramm. Die Öffnungen sollen die CCD-Sensoren aufnehmen.

> knall zunächst in kleineren Einheiten konzentrierten. »Es bildeten sich Minigalaxien mit einigen Millionen Sternen, später größere Zwergsysteme mit zehn und hundert Millionen Sternen«, so Gaia-Wissenschaftler Bastian. Verglichen mit den mehr als hundert Milliarden Sternen unserer Galaxis waren das also nur kleine Fische. Erst deutlich später, das ergeben die Berechnungen, konnte sich ausreichend viel Gas zusammenfinden, um Sternsysteme von Milchstraßenformat hervorzubringen. Bastian: »Die Frage ist nun, wo die ganzen Zwerggalaxien geblieben sind. Eigentlich müssten Hunderte oder gar Tausende von ihnen unsere Galaxis umkreisen.«

Gefräßige Galaxis

Doch bekannt sind nur ganz wenige, darunter die Magellanschen Wolken am Südhimmel. Des Rätsels mögliche Lösung: Die Zwerge wurden gefressen. Bei Kollisionen mit unserer Heimatgalaxis endete ihr Dasein, sie wurden von Gezeitenkräften zerrissen und anschließend geschluckt. Tatsächlich fand der Gaia-Vorgänger Hipparcos Hinweise dafür. Ein Team um Amina Helmi, damals an der Universität im niederländischen Leiden, führte Ende der 1990er Jahre eine Zählung der Riesensterne in der Sonnenumgebung durch. Dabei fielen der Astronomin zwölf Sterne auf, deren Bewegungsmuster sich von allen anderen unterschied. »Diese zwölf hatten die gleichen Geschwindigkeiten und Flugrichtungen«, so Bastian. Die Bewegung der anderen Riesensterne der Zählung war dagegen zufällig verteilt. Das Dutzend im Gleichschritt war ein Überbleibsel einer geschluckten Zwerggalaxie! Obwohl es nur um wenige Exemplare ging, wurde bald klar, dass dahinter ein großer Sternstrom stecken musste. Simulationsrechnungen offenbarten, dass er sich weit in den Halo erstreckt und wohl Millionen Sterne umfasst: »Das Relikt einer Kollision vor Milliarden von Jahren«, vermutet Bastian.

Mit Gaia wollen die Forscher zehn- bis hunderttausend Sterne dieses Halostroms vermessen. »Dann wird es möglich sein, die damalige Galaxienkollision zu rekonstruieren«, erwartet der Heidelberger Astronom. Eine Hand voll solcher Haloströme ist mittlerweile bekannt, darunter etwa die Sagittarius-Galaxie, die gegenwärtig, kaum sichtbar hinter dem galaktischen Zentrum, vom Milchstraßensystem verschlungen wird. Lediglich durch statistische Untersuchungen der Farbklassen dortiger Sterne erhielten die Astronomen Kenntnis des fernen Dramas.

Trotz dieser Funde sprechen die Forscher aber noch immer von einem »missing dwarf problem«, dem Rätsel der verschollenen Zwerge. Denn der Verbleib all der von den Kosmologen postulierten Kleingalaxien wird mit einigen wenigen Haloströmen nicht plausibel erklärt. Haben die Theoretiker Recht, so wird Gaia Hunderte weiterer Halosternströme finden. »Ansonsten ist etwas faul an der Cold-dark-Matter-Kosmologie«, so Bastian.

»Über Jahrhunderte hinweg war Astronomie im wesentlichen Astrometrie«, blickt Michael Perryman zurück. Dann, mit der aufkommenden Spektroskopie, kam das kosmische Vermessungswesen in den Verruf, altmodisch zu sein. Doch der Wind hat sich gedreht. Im kommenden Jahrzehnt steht auch dank Gaia für die gesamte Himmelsforschung ein großer Sprung nach vorne an. <<

Thorsten Dambeck hat sich von seinen Berliner Schreibtisch losgeeist und für eine Woche in Paris unter die Gaia-Forscher gemischt.

In Kürze

Gaia wird von EADS Astrium in Friedrichshafen und Toulouse gebaut. Die Gesamtkosten des Projekts werden auf knapp 560 Millionen Euro veranschlagt.

Gaias Winkelmessungen sollen mit einer Genauigkeit von 20 bis 25 Millionstel einer Bogensekunde extrem präzise sein. Dieser winzige Bruchteil eines Winkelgrads entspricht ungefähr dem scheinbaren Durchmesser eines Golfballs auf dem Mond. Ein Mosaik von 108 CCD-Sensoren, jeder ungefähr so groß wie eine Kreditkarte, dient der Datenerfassung (siehe Bild oben). Die im Vergleich zu Hipparcos fünfzigmal höhere Genauigkeit ist unter anderem der fünffach größeren Öffnung der beiden Hauptspiegel zu verdanken. Aber auch die besseren CCD-Detektoren tragen dazu bei. Hinzu kommt die vergleichsweise große Zahl der Messwiederholungen im Lauf der Mission.

Die Kontrolle des Satelliten erfolgt durch das Esa-Kontrollzentrum Esoc in Darmstadt und die spanische Bodenstation in Cebreros. Die Forscher des Heidelberger Zentrums für Astronomie überprüfen während des Betriebs täglich die Qualität der Messungen.

Leben im Zeichen des Krebses

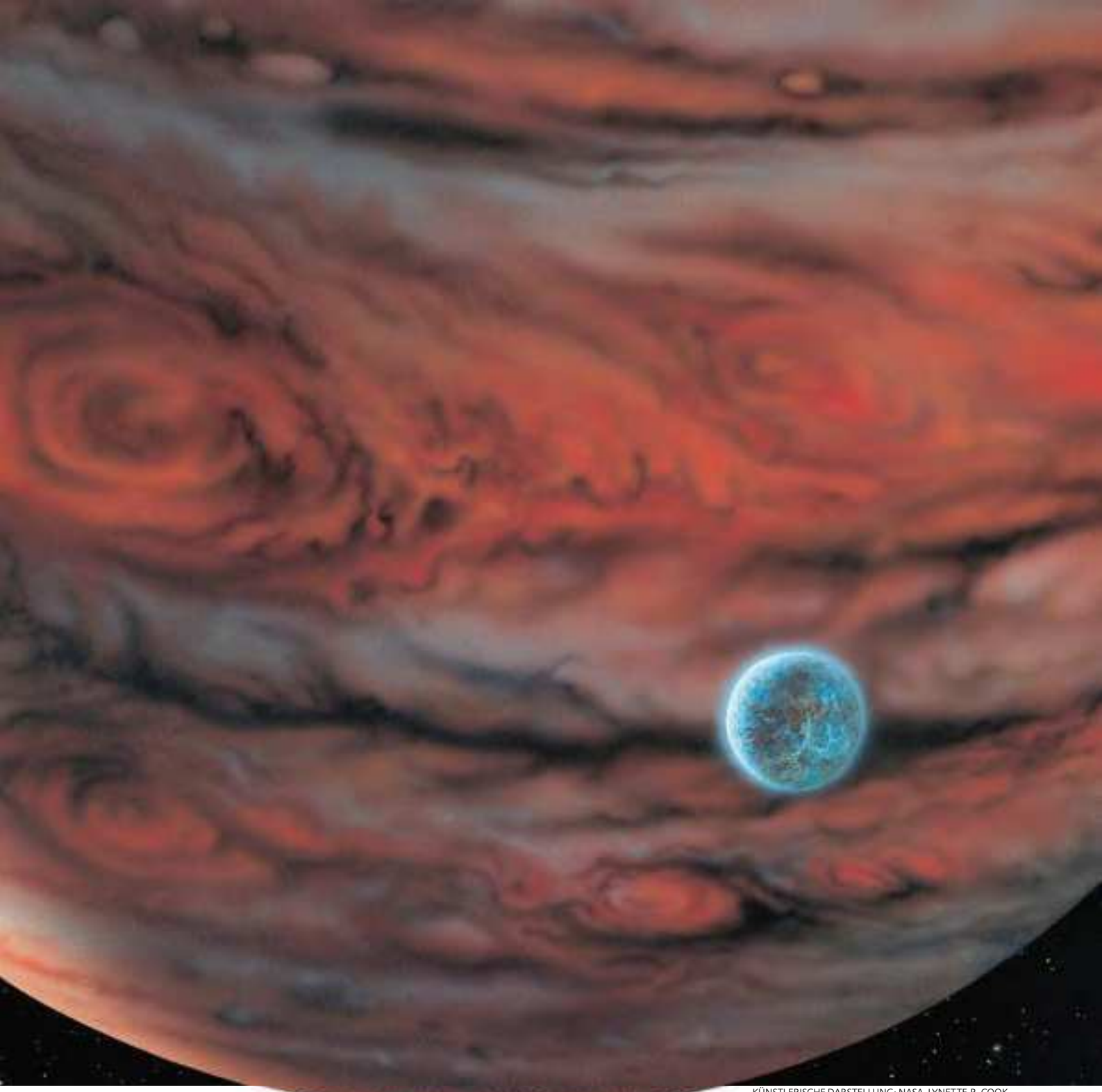
Schon mehr als 180 Planeten außerhalb unseres Sonnensystems haben die Astronomen seit 1995 entdeckt. Auch um den Stern 55 Cancri A könnte eine zweite Erde kreisen.

>> Von Thomas de Padova

Siegfried Franck weiß, wohin man am Himmel schauen muss, um etwas Sensationelles zu beobachten: zu den Sternen 47 Ursae Majoris, ε Eridani und allen voran zu 55 Cancri A. Diese Sonne im Sternbild Krebs hat bereits viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Vier Planeten umkreisen das größte bisher bekannte Sonnensystem jenseits unserer Welt. Und wenn man noch genauer hinschauen könnte, wenn die Teleskope also gut genug wären, würde man im Umfeld des Sterns womöglich auf einen fünften Planeten stoßen: einen kleinen, belebten Himmelskörper, eine zweite Erde. »Im Moment ist 55 Cancri A unser heißester Kandidat«, sagt Franck.

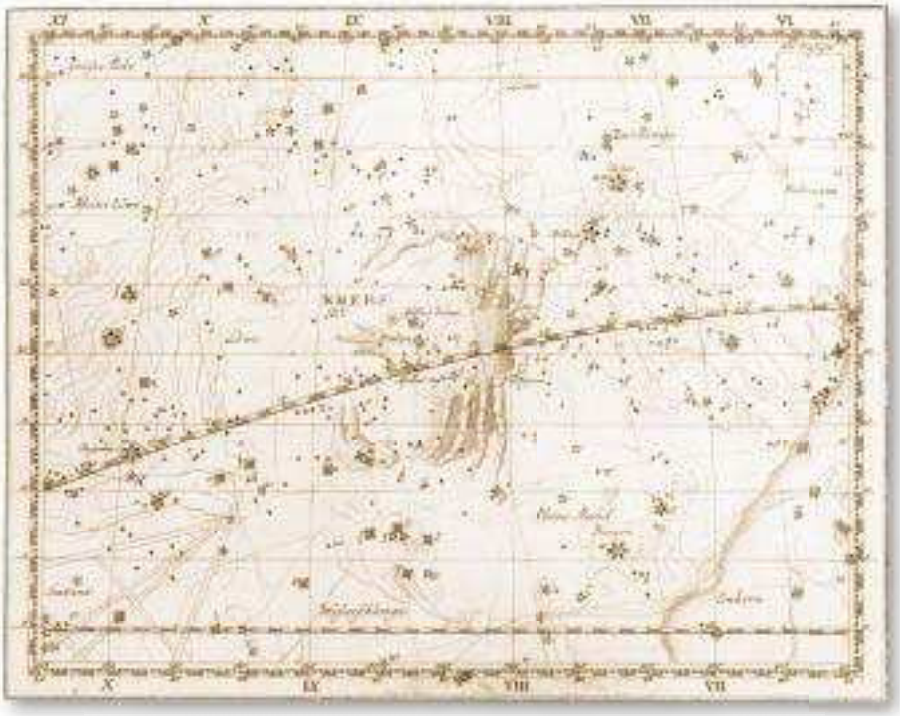
Der 53-Jährige leitet ein außergewöhnliches Forschungsprojekt. Sein Büro liegt in einem alten Backsteinbau im Eichenwald auf dem Telegrafenberg in Potsdam (siehe AH 3/2006, S. 59). Hier im Potsdamer Wissenschaftspark kommt der Besucher an Geo- und Meeresforschungsinstituten sowie den historischen astrophysikalischen Observatorien vorbei.

Seit 1977 wandert Franck zwischen den Fachgebieten hin und her. Seitdem hat er die Beschaffenheit unserer Erde aus vielen Blickwinkeln studiert: zunächst in der Akademie der Wissenschaften, jetzt am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung. Der Institutsname ist irreführend. Hier geht es nicht nur ums Klima, sondern um das ganze System Erde. Francks Blick schweift oft sogar noch weiter hinaus: zu den Planeten außerhalb des Sonnensystems. Er hat sich intensiv mit den Voraussetzungen für das Leben auf der >



KÜNSTLERISCHE DARSTELLUNG: NASA, LYNETTE R. COOK

Fünf Planeten um 55 Cancri A wurden bis heute nachgewiesen (55 Cancri a bis d). Der massereichste von ihnen (55 Cancri d, Bild oben) erreicht die vierfache Jupitermasse und kreist in einem Abstand von 5,9 Astronomischen Einheiten (AE) um 55 Cancri A. Der Sonnenabstand von Jupiter beträgt 5,2 AE.



MIT FRDL. GEN. DES ASTARIA VERLAGS

Historische Darstellung Das Sternbild Krebs von Johann Elert Bode aus dem Jahr 1782

> Erde auseinander gesetzt. Nun sucht er nach Orten in der Milchstraße, an denen die Bedingungen für die Entstehung von Lebewesen ähnlich günstig sein könnten.

Das Umfeld des Sterns 55 Cancri A ist so ein Ort. Astronomen haben mittlerweile mehr als 180 Planeten jenseits des Sonnensystems entdeckt. Doch die Welten selbst sind unsichtbar geblieben. Sie verblassen neben den leuchtenden Sternen, sind viel zu klein und zu dunkel, als dass man sie beim gegenwärtigen Stand der Technik fotografieren könnte.

Große Brüder – kleine Schwestern

Extrasolare Planeten machen sich bisher also meist nur indirekt bemerkbar. Und zwar deshalb, weil sie mit ihrer Schwerkraft mehr oder weniger stark an ihrem Mutterstern zerren, sodass dieser periodisch hin und her taumelt. Fast alle bisher entdeckten Planeten sind daher ziemliche Kolosse, mindestens so groß wie die Gasriesen Jupiter und Saturn. Aber dass sie kleinere Geschwister haben, die unserer Erde ähneln, daran zweifelt eigentlich kaum jemand.

Geoffrey Marcy und Paul Butler haben 55 Cancri A im Sternbild Krebs jahrelang beobachtet. An seinen periodischen Bewegungen konnten die amerikanischen Forscher ablesen, dass es dort mindestens vier große Planeten gibt. Sie haben sogar ermittelt, auf welchen Bahnen diese Welten den Stern umkreisen: Zwischen den drei inneren Planeten und dem äußeren klafft eine große Lücke. Sie ist größer als der Abstand zwischen Merkur und Jupiter in unserem Sonnensystem. Und das will was heißen! Denn dazwischen ist immerhin genügend Platz für Venus, Erde und Mars.

Franck ist nicht der einzige Forscher, der vermutet, dass die riesige Lücke um 55 Cancri A nicht leer ist, sondern dass dort mindestens ein weiterer, kleinerer Planet bislang unbemerkt seine Kreise zieht. Und in Teilen des betrachteten Gebiets wäre nicht nur die Umlaufbahn eines hypothetischen fünften Planeten stabil, dieser könnte sogar bewohnt sein, meint Franck.

Sciencefictionautoren werden für Tagträume bezahlt, Forscher für ihre Skepsis und ihr nüchternes Urteil. Ihre Einsichten kommen deshalb oft im Gewand mathematischer Formeln daher. So auch in diesem Fall. Franck schaltet den Computermonitor ein und sitzt vor einem Satz Differenzialgleichungen. Die mathematischen Zeichen verwandeln sich rasch in ein grünes Band, das den Stern 55 Cancri A umgibt. »Dieses Band ist die habitable Zone, die wir errechnet haben.« Um herauszufinden, ob es eine solche habitable Region gibt, bedurfte es vor allem einer näheren Betrachtung des Sterns.

Das Doppelsternsystem 55 Cancri finden Sie im Sternbild Krebs, wo gegenwärtig auch der Ringplanet Saturn seine Runden zieht.

55 Cancri A hat nur etwa 60 Prozent der Leuchtkraft unserer Sonne. Ein Planet, der ihm so nahe ist wie die Venus der Sonne, wäre also keinem Höllenfeuer ausgesetzt, sondern könnte mit einem angenehmen Treibhausklima aufwarten.

Der Stern ist etwa 4,5 Milliarden Jahre alt und etwa dasselbe Alter haben auch seine Planeten, die mit ihm aus einer Gas- und Staubwolke hervorgegangen sind. 4,5 Milliarden Jahre sind, wie wir an der Erde sehen, lang genug zur Entwicklung von Leben. Die Spanne ist andererseits so kurz, dass ein Planet in diesem Zeitraum nicht völlig auskühlt. Für Franck ein wichtiger Anhaltspunkt.

Der Mantel unserer Erde ist seit ihrer Entstehung um 250 Grad abgekühlt. Infolgedessen brodelt es im Erdinnern heute weniger, aber noch sind nicht alle Vulkane erloschen. Sie halten nach wie vor den Kohlenstoffkreislauf in Gang: Gemeinsam mit den sich bewegenden Erdplatten pumpen sie das von Gestein und Lebewesen aufgenommene Kohlendioxid wieder in die Atmosphäre. Ein fundamentaler Kreislauf! Denn ohne ein Mindestmaß an Koh-

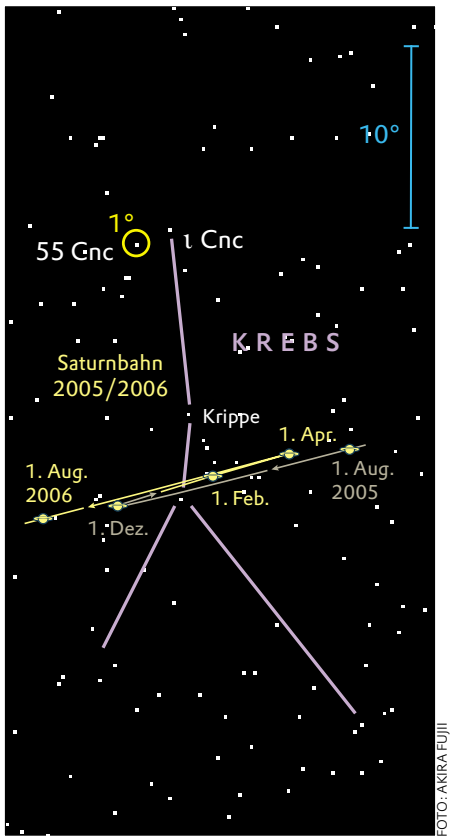


FOTO: AKIRA FUJII

Vom Erdling zum Außerirdischen

Ist da jemand? Diese Frage stellen sich gegenwärtig viele Astronomen, die Planeten außerhalb des Sonnensystems erforschen. »Ausgeschlossen!«, antwortet Siegfried Franck. Oder: »Möglicherweise schon!« Der 53-jährige Physiker hat an der Akademie der Wissenschaften den Aufbau der Erde studiert, später am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung dann das Zusammenspiel von Geo- und Biosphäre. Die intensive Beschäftigung mit der Entwicklung unserer Erde führte Franck immer näher an die Frage heran, unter welchen Bedingungen andere Planeten bewohnbar sind. Heute sucht der Forscher nach lebensfreundlichen Regionen im All. Denn da *könnte* zumindest jemand sein.

K. FRITZE

Auf der Suche nach habitablen Zonen im Kosmos: Siegfried Franck

lendioxid und ohne die Möglichkeit zur Fotosynthese ist die Existenz von Leben nur schwer vorstellbar.

Franck schaut über den Rand seiner Brille auf die nächste Abbildung. Darauf ist zu sehen, wie das lebensfreundliche grüne Band im Lauf der Jahrmilliarden immer schmaler wird. Der Stern 55 Cancri A bläht sich – ähnlich wie unsere Sonne – auf, in seiner Umgebung wird es dann immer heißer. Irgendwann übersteigt die Temperatur auf dem Modellplaneten eine für alle Lebewesen kritische Marke.

Todesursache: CO_2-Mangel

Schon heute ist die Leuchtkraft unserer Sonne dreißig Prozent stärker als noch vor 4,6 Milliarden Jahren. Diese Entwicklung wird sich noch fortsetzen. In 800 bis 900 Millionen Jahren könnte auf der Erde die Dreißig-Grad-Grenze überschritten werden, schätzen Franck und seine Kollegen Christine Bounama und Werner von Bloh. Einfache Lebensformen sind weniger hitzeempfindlich. Sie werden erst einige hundert Millionen Jahre später zu Grunde gehen. Todesursache könnte dann auch Kohlendioxidmangel sein.

Derzeit pusten Industrie und Autos zwar zu viel Kohlendioxid in die Luft. Aber im Lauf der Jahrmilliarden hat die irdische Atmosphäre immer mehr von diesem Gas verloren. Grund dafür ist unter anderem die kontinuierliche Bildung sedimentärer Gesteine.

Auf einem wasserreichen Planeten wie der Erde wird Kohlendioxid im Gestein gebunden. Die Verwitterungsprozesse schreiten schnell voran, wenn es warm ist und es viel Gestein gibt, wenn also große Kontinente aus dem Meer aufsteigen. »Das ging auf der Erde schubweise vor sich«, sagt Franck. Anfangs gab es fast nur kleine Landflächen, heute nehmen sie etwa ein Drittel des Globus ein. Bei anhaltender vulkanischer Aktivität wird in 1,5 Milliarden Jahren die Hälfte unseres Erdballs aus Kontinenten bestehen. Von Francks Modellplaneten bleiben diejenigen am längsten bewohnbar, die zu Beginn viel Wasser und wenig Land besitzen. Ozeanreiche Wasserwelten bieten langfristig die besten Überlebenschancen. Denn hier bleibt das Kohlendioxid lange in der Luft.

Die klimatischen Verhältnisse müssen allerdings über geraume Zeit stabil sein, damit sich Leben auf einem Planeten entwickeln kann. Auf der Erde hat es vier Milliarden Jahre gedauert, bis über den Zwischenschritt der Bakterien und der vielzelligen Algen schließlich Tiere entstanden. Im Kosmos ist derart komplexes Leben womöglich nicht weit verbreitet.

Näheres werden wir erfahren, wenn in 15 oder 20 Jahren die entsprechenden Weltraumteleskope im Einsatz sind und die ersten erdähnlichen Planeten ins Visier nehmen. In der Umgebung von 55 Cancri A sind die Aussichten dafür gar nicht mal schlecht. <<

Thomas de Padova hat Physik und Astronomie studiert und lebt als freier Wissenschaftspublizist in Berlin.

Der Tag, an dem die Erde stillsteht

Was wird passieren, wenn wir zum ersten Mal einen Funkspruch von Außerirdischen auffangen?

>> Seth Shostak

Wie wäre es wohl, wenn wir zum ersten Mal Kontakt mit extraterrestrischen Lebewesen bekämen? In etlichen Hollywoodfilmen, zum Beispiel »Der Tag, an dem die Erde stillsteht« (1951), kommen sie in fliegenden Untertassen zu uns, die etwa den Durchmesser eines typischen Kreisverkehrs haben. Nach der Landung – in dem genannten Streifen auf dem Rasen vor dem Weißen Haus – öffnet sich an der Außenseite des Raumschiffs eine Tür und ein paar Außerirdische kommen herausgeschlendert, frisch gestriegelt und bereit für einen würdigen Empfang.

Wie die Handlung dann weitergeht, hängt davon ab, welche Absichten die Filmemacher den Aliens unterstellen: Wollen sie unseren Planeten zerstören, mehr über die Erde erfahren oder mit den hiesigen Frauen flirten? Vielleicht wollen sie auch die irdische Gesellschaft wegen ihres schlechten Benehmens ermahnen, wie es in dem oben erwähnten Film der Fall ist.

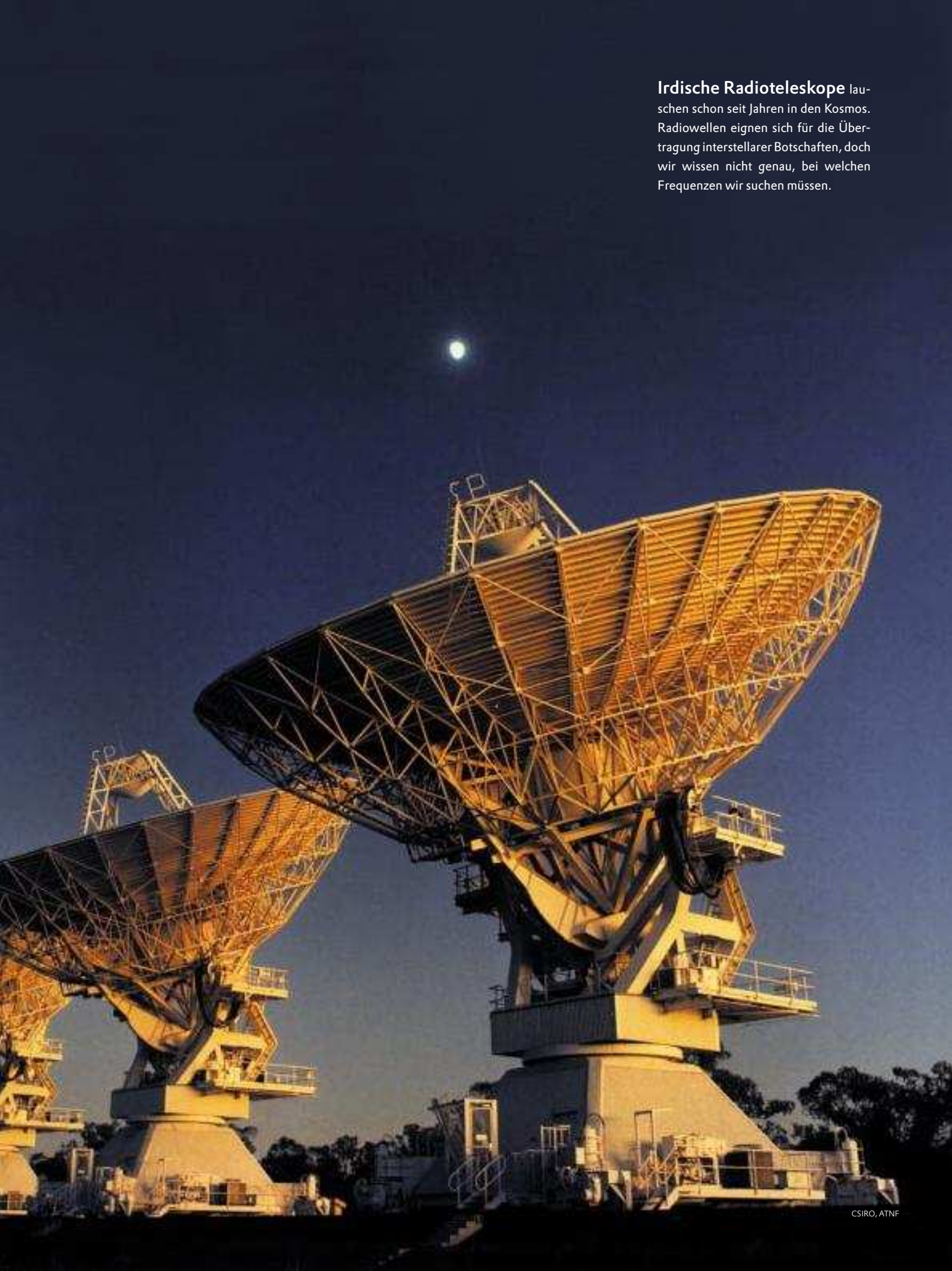
Ungeachtet der Motive der Außerirdischen ist das Verhalten der Menschen im Film so vorhersehbar wie das eines Hamsters im Laufrad. Die Erdbewohner sind neugierig, überrascht und gewalttätig – für gewöhnlich in dieser Reihenfolge. Wenn die Aliens gekommen sind, um Chaos und Verwüstung anzurichten, setzen sie dafür natürlich ihre unendlich überlegene Technik ein. Die Erdlinge geraten dann meist in Panik, schlagen mit ihren besten Waffen zurück und kommen schnell zu der Erkenntnis, dass es von Vorteil sein kann, die einzige intelligente Spezies im All zu sein.

Soweit zur Welt des Kinos und Fernsehens. In Wirklichkeit jedoch würde sich unser erster Kontakt zu Außerirdischen ganz anders abspielen.

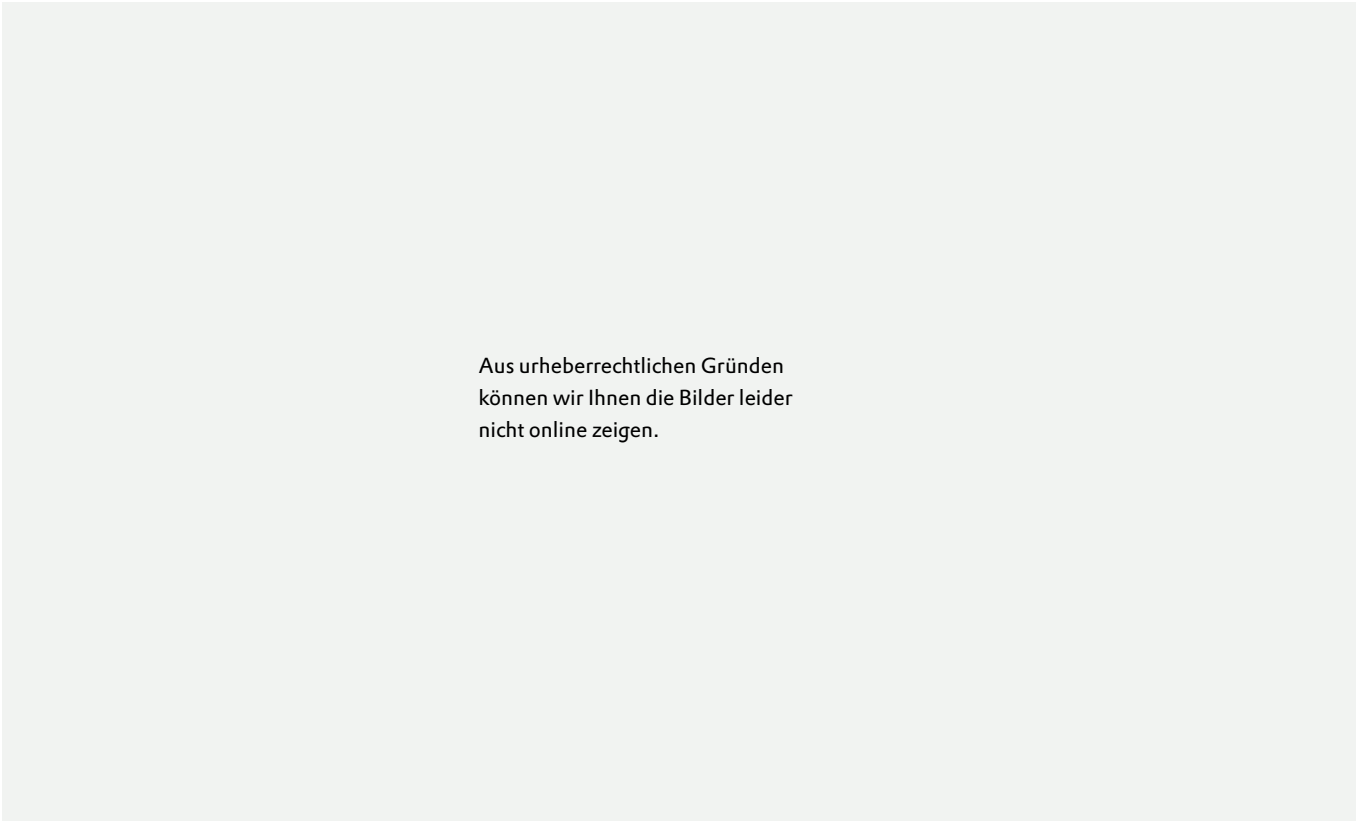
Merkwürdig folgenlos

Seit Ende der 1940er Jahre gab es zehntausende Sichtungen von fliegenden Untertassen, die durch die Himmel schwebten (siehe AH 9/2004, S. 18). Doch selbst wer felsenfest überzeugt ist, es habe sich dabei um Stippvisiten von Aliens gehandelt, muss einräumen, dass diese Besuche erstaunlich wenige Konsequenzen für die menschliche Gesellschaft hatten, sieht man einmal von zahllosen Sciencefictionstreifen und TV-Serien ab. Ufo-Sichtungen gibt es jetzt seit einem halben Jahrhundert, doch die Menschheit wurde in dieser Zeit offenkundig nicht erleuchtet. Die anhaltende Invasion aus dem Kosmos hat, wie es scheint, genauso wenig bewirkt wie die Aufräumbrigade der Heinzelmännchen, auf die mancher von uns bei sich zu Hause schon seit Jahren wartet. >

Irdische Radioteleskope lauschen schon seit Jahren in den Kosmos. Radiowellen eignen sich für die Übertragung interstellarer Botschaften, doch wir wissen nicht genau, bei welchen Frequenzen wir suchen müssen.



CSIRO, ATNF



> Es gibt wirklich herzlich wenig Grund zu der Annahme, dass intelligente Außerirdische hier gewesen sein sollen oder ihren Besuch für die nahe Zukunft planen. Etwaigen kosmischen Beobachtern gegenüber verrät die Menschheit ihre Existenz erst seit Mitte des 20. Jahrhunderts, als die ersten weltweiten Funkübertragungen mit hohen Sendeleistungen erfolgten. Die entsprechenden Radiosignale sind seither gerade mal fünfzig oder sechzig Lichtjahre in den Kosmos hinausgewandert. Innerhalb dieses Umkreises befinden sich lediglich etwa fünftausend Sterne. Gemessen an der Gesamtzahl der Gestirne in der Galaxis (mehrere hundert Milliarden) ist das sehr wenig.

Natürlich – womöglich haben sie bereits aus sehr viel größerer Entfernung den Sauerstoffgehalt unserer Atmosphäre registriert. Daraus könnten sie auf fotosynthetische Aktivitäten schließen und vermuten, dass es Organismen auf der Erde gibt. Dann aber wäre es ein geradezu aberwitziger Zufall, wenn sie ausgerechnet heute auf der Erde einträfen, um nachzuschauen. Der Sauerstoffgehalt der irdischen Gashülle, bedingt durch fotosynthetische Organismen wie Cyanobakterien, bewegt sich seit mehr als zwei Milliarden Jahren auf hohem Niveau.

In jedem Fall nehmen Besuche auf fernen Planeten viel Zeit und viele Ressourcen in Anspruch – das dürfte auch für Außerirdische gelten. Ein Radiosignal hingegen oder ein Lichtblitz, womöglich vor Jahrtausenden ausgesendet, könnte just in diesem Moment auf der Erde eintreffen. Das ist die Ausgangsüberlegung für Seti (Search for ExtraTerrestrial Intelligence), ein weltweites Experiment zum Nachweis von Funksignalen ferner, extraterrestrischer Gesellschaften (AH 11/2005, S. 60).

Kontakt nach zwanzig Sekunden

Bis heute hat Seti keine Signale registriert, die zweifelsfrei intelligenten und außerirdischen Ursprungs sind. Schon bald aber gehen neue optische Instrumente und Radioteleskope in Betrieb, die beträchtlich leistungsfähiger sein werden als ihre Vorgänger. Die Zahl sorgfältig untersuchter Sternsysteme wird in den nächsten Jahrzehnten stark zunehmen. Die Verbesserung der astronomischen Ausrüstung vollzieht sich derart rasch, dass die Behauptung, wir könnten noch zu unseren Lebzeiten extraterrestrische Funkbotschaften einfangen, nicht zu weit hergeholt erscheint.

Wie liefe so etwas ab? Lassen Sie uns wieder schauen, wie Hollywood diese Frage beantwortet. Filme wie »The Arrival« oder »Contact« zeigen Seti-Wissenschaftler, die auf Oszilloskope starren oder sich Kopfhörer aufsetzen, um verdächtigen Signalen zu lauschen. Sie brauchen nicht sehr geduldig zu sein, weil die Botschaft in der Filmszene meist schon nach zwanzig Sekunden auftaucht – entweder als Zacke in einer Messkurve oder als Tonfolge, die so klingt, als würde ein Xylophon, aus dem zehnten Stock fallend, auf dem Bürgersteig aufschlagen.

Mit Kopfhörern versuchen Forscher im Film (hier Jodie Foster in »Contact«, 1997), die empfangenen Signale der Aliens zu hören. In Wirklichkeit würden diese wohl im Rauschhintergrund untergehen.

Zwei Filmminuten später schreien die Forscher dann in ihre Telefone, dass sie Außerirdische an der Strippe haben. Die Meldung wird natürlich sofort verbreitet und wenig später spaltet sich die Öffentlichkeit in zwei Lager: die Paranoiden und die Manischen. Erstere sind voller Furcht und treten zu irgendeiner Religion über. Letztere heißen die Außerirdischen mit ekstatischem Lachen und bunten Plakaten willkommen.

Mag sein, dass solche Szenarios einen guten Ticketverkauf an der Kinokasse

garantieren. Mit der Realität haben sie wenig zu tun. In Wirklichkeit bräuchte die Nachricht von einem aufgefangenen Signal sehr viel länger, um in die Öffentlichkeit zu gelangen. Und das Signal selbst wäre vermutlich weit weniger informativ als in den Filmen dargestellt.

Störfunk überall

Fakt ist: Die Forscher, die bestimmte Frequenzbänder auf extraterrestrische Botschaften überwachen, sind von einer enormen (und zunehmenden) Funk-»Verschmutzung« infolge irdischer Radioübertragungen geplagt. Radaranlagen von Flughäfen, Satelliten und andere technische Einrichtungen produzieren Signale, die jenen nahe kommen, nach denen die Seti-Wissenschaftler suchen.

Deshalb registrieren heutige Überwachungen im Radiowellenbereich – unter Verwendung riesiger Antennen, die Millionen Frequenzkanäle empfangen – mehrmals pro Minute verdächtige Ereignisse. Es dürfte nachvollziehbar sein, dass die Forscher nicht jedesmal zum Hörer greifen und die Zeitungs- und TV-Redaktionen anrufen, wenn ein unerwartetes Signal auftaucht.

Stattdessen prüfen sie jedes interessante Ereignis überaus sorgfältig. Kommt das Signal von der Erde oder tatsächlich von »draußen«? Um eine Antwort darauf zu finden, bewegen die Wissenschaftler die Radioantennen hin und her, richten sie immer wieder auf das fragliche Sternsystem und einen leeren Himmelsausschnitt daneben. Nur solche Signale, die diesen simplen Test bestehen, haben überhaupt eine Chance, genauer untersucht zu werden.

Stellen wir uns einmal den Ernstfall vor. Angenommen, es trifft eine verdächtige Funksignatur ein, die offensichtlich aus einem Himmelsausschnitt stammt, in dem sich Sterne befinden. Dann werden die Forscher eine Folgemessung für den nächsten Tag planen. Ist das Signal dann immer noch da, werden sie zum Hörer greifen – aber nicht, um Reporter anzurufen, sondern um Kollegen an anderen Observatorien darum zu bitten, ebenfalls nach der Quelle zu suchen.

Die Wissenschaftler würden mindestens einige Tage lang beobachten und immer wieder schauen, ob das Signal verschwunden ist oder sich verändert hat. Erst dann ließen sie ihre Messergebnisse von externen Personen prüfen. >

Gefürchtete Besucher

Was könnte Außerirdische veranlassen zur Erde zu kommen? In dem Buch »Per Anhalter durch die Galaxis« sprengen Aliens unseren Heimatplaneten in Stücke, um Platz für eine Hyperraumstraße zu schaffen. So etwas wäre sicherlich eine enttäuschende Erfahrung für die Menschheit. Aber wie jeder aktive Kinobesucher weiß, sind die meisten Aliens nicht daran interessiert, unseren Planeten auszulöschen.

Im Gegenteil: Die Erde gilt in kosmischen Reiseführern als sehenswerte Attraktion – zumindest, wenn man den Filmemachern Glauben schenkt. Jedes Jahr erscheinen neue Streifen, die zeigen, wie die Erde von Außerirdischen besucht wird. Aber warum? Was könnte der Grund für eine extraterrestrische Spezies sein, viele hundert Lichtjahre im All zurückzulegen, bloß um den Blauen Planeten zu besichtigen? Den Filmen zufolge scheint es hierfür vor allem zwei Motive zu geben. Erstens: Die Aliens wollen sich neue Lebensräume erschließen. Zweitens: Sie brauchen die Menschen, entweder weil sie sie essen oder weil sie irgendwelche Experimente mit ihnen veranstalten wollen.

Nichts davon ist vom wissenschaftlichen Standpunkt her sinnvoll. Astronomische Beobachtungen haben gezeigt, dass es im Kosmos eine Vielzahl von Planeten gibt. Außerirdische könnten vermutlich, sofern sie danach suchen, etliche geeignete Lebensräume finden, die beträchtlich näher an ihrem Heimatplaneten liegen als die Erde. Eine Ausnahme davon bilden die Aliens in dem Film »Krieg der Welten«, die vom Mars kommen und nach Wasser suchen – allerdings hätten sie es wesentlich einfacher haben können, indem sie die eigenen Wasservorkommen im marsianischen Permafrost anzapfen.

Eine kosmische »Landeroberung« scheidet als Motiv für Besuche von Außerirdischen also praktisch aus. Es ist überdies kaum anzunehmen, dass sie Gefallen an den hiesigen Umweltbedingungen oder gar Geschmack an menschlichem Fleisch fänden, denn ihre Biochemie wird mit Sicherheit vollkommen anders beschaffen sein als die irdischer Lebewesen. Aliens als Menschenfresser darzustellen ist biologisch etwa so sinnvoll wie einen Gorilla mit einem Wellensittich zu paaren, um gemeinsame Nachfahren zu zeugen.

Solche Fantasien enthüllen aber tief sitzende Ängste in uns. Schon vor hunderttausenden Jahren fürchteten sich unsere Vorfahren davor, dass Feinde ihnen den Lebensraum oder die Frauen stehlen könnten oder dass sie von Raubtieren getötet würden. Dies sind so genannte primordiale Ängste, die seit tausenden Generationen in den Genen weitergegeben werden. Daher rühren sie an unser Innerstes. Hollywood weiß das.

Auch der Handel mit den Erdbewohnern dürfte für Außerirdische kaum einen Anreiz darstellen. Was sollten sie von uns wollen – unsere Laptops vielleicht? Lange Rede, kurzer Sinn: Es ist extrem unwahrscheinlich, dass wir jemals von Außerirdischen besucht werden. Sollten extraterrestrische Gesellschaften existieren, haben sie mit fast absoluter Sicherheit keine Kenntnis davon, dass es uns gibt. Wenn das Seti-Experiment dennoch irgendwann Signale außerirdischer Intelligenzen auffängt, haben die Aliens sie höchstwahrscheinlich gesendet, weil sie neue Erkenntnisse suchen oder kommunizieren möchten.

Extraterrestrische Wesen werden oft als Grauen erregende Kreaturen dargestellt. Viele Filme zum Thema sprechen gezielt Urängste in uns an.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Wenig nett verhalten sich die Aliens in dem Streifen »Independence Day«. Sie kommen in riesigen Ufos und legen ganze Städte in Schutt und Asche.

> Die Spielregeln des Seti-Experiments legen eindeutig fest, dass die Öffentlichkeit unterrichtet werden muss, sobald der extraterrestrische Ursprung einer intelligenten Botschaft bestätigt wurde. Das klingt nun wieder nach Hollywood: Eine chaotische Pressekonferenz mit hektischen Journalisten und zerzausten Wissenschaftlern, die ihre Entdeckung nervös zu erklären versuchen. In Wahrheit wäre es aber nicht nur eine einzelne Pressekonferenz – die Reporter würden vor den Türen der beteiligten Institute Schlange stehen. 1995, als Seti-Forscher mit Hilfe des Parkes-Radioteleskops zweihundert nahe gelegene Sternsysteme untersuchten, riefen jeden Tag Vertreter der Medien an, um nachzufragen, »ob denn ET schon gefunden« worden sei.

Zweifelsohne würde die Presse im Ernstfall aufmerksam. Das Seti-Experiment unterliegt keiner Geheimhaltung, und Gerüchte von interessanten Ereignissen verbreiten sich in der Regel wie ein Lauffeuer. Als Erstes stürzt sich die Boulevardpresse darauf. Seriöse Nachrichtenquellen hingegen lassen den Forschern etwas Zeit, um ihre Entdeckungen zu prüfen und um das Risiko zu vermeiden, irdische Signalquellen mit außerirdischen zu verwechseln. Wenn dereinst tatsächlich eine Botschaft aus dem Kosmos aufgefangen wird, werden Sie zuerst in den Regenbogenblättern davon lesen.

Wie würde die Öffentlichkeit auf den Nachweis außerirdischen Lebens reagieren? Eine Massenhysterie ist eher unwahrscheinlich. In den USA zum Beispiel glaubt Umfragen zufolge die Hälfte der Bevölkerung fest daran, dass wir bereits von Aliens besucht wurden, und es gibt keine Randale deswegen. Ein Signal, das in hunderten Lichtjahren Entfernung ausgesendet wurde und von einer Zivilisation stammt, die nicht ahnt, entdeckt worden zu sein, könnte wohl kaum größere Furcht auslösen oder eine Regierung dazu veranlassen, es zu verheimlichen. Funkbotschaften können prinzipiell von jedermann empfangen werden und es ist gar nicht möglich, sie zu »verstecken«.

Die Hauptreaktion in der Öffentlichkeit wäre wohl Neugierde, das hat sich schon früher bei Ereignissen vergleichbarer Größenordnung gezeigt. Ein Beispiel hierfür ist die (in Fachkreisen mittlerweile stark bezweifelte) Entdeckung fossiler »Mikroben« in einem Mars-Meteoriten 1996. Die Leute wollen in einem solchen Fall schlicht und einfach mehr wissen.

Mehr Informationen, bitte!

Jedes Teleskop auf der Erde, das fähig wäre, die Signalquelle zu beobachten, würde auch dafür genutzt. Die Forscher würden in Erfahrung bringen wollen, wie weit die Aliens von uns entfernt sind, wie der Stern beschaffen ist, den ihr Heimatplanet umkreist, und welche Art von Planet sie bewohnen.

Unter Umständen würde die Entdeckung zum Bau größerer Teleskope und Radioantennen führen, um mögliche weitere Nachrichten zu registrieren. Wenn das außerirdische Signal aus einer Abfolge von Bits bestünde, würden sich Heerscharen von Leuten darauf stürzen, es zu entschlüsseln. Vielleicht hätten sie Erfolg und würden Botschaften entziffern, deren Wissensgehalt dem unseren weit voraus ist. Ein solcher plötzlicher Wissenszuwachs birgt allerdings Gefahren in sich, er kann zur Spaltung der Gesellschaft führen. Als die australischen Aborigines mit europäischer Technologie konfrontiert wurden, gaben sie zum Teil ihre früheren Traditionen auf.

Zweifelsohne würden auch die Religionen sehr stark beeinflusst. Bei einer Befragung von Theologen vor mehr als zehn Jahren gaben viele von ihnen zwar an, dass sie keine Probleme damit hätten, die Existenz außerirdischer Intelligenzen anzuerkennen. Zweifel daran sind jedoch angebracht, denn viele Religionen postulieren eine ganz spezielle Beziehung zwischen Gott und den Menschen. Welche Folgen hätte die Erkenntnis, dass es viele denkende Spezies im Kosmos gibt, von denen manche womöglich den Anspruch auf eine ähnlich »spezielle Beziehung« erheben? Bislang haben wir keine befriedigende Antwort auf diese Frage.

Vor einigen Jahren führte ich eine informelle Umfrage unter Reportern durch, in der ich mich erkundigte, wie diese die Entdeckung einer Botschaft von Außerirdischen bewerten würden. Fast alle gaben an, dass dies die größte Schlagzeile aller Zeiten abgäbe. Ganz klar – wenn wir verstehen könnten, was die Aliens uns mitteilen, oder wenn sie nahe genug wären, dass wir in eine rudimentäre Konversation eintreten können, dann würde das die Zukunft der Menschheit entscheidend und unvorhersehbar verändern. Doch selbst, wenn es uns nicht gelänge, ein aufgefangenes extraterrestrisches Signal zu entschlüsseln und mithin zu lesen, wären wir einen riesigen Schritt weiter. Wir hätten dann die Erkenntnis gewonnen, dass außer uns noch jemand da draußen ist. <<

Seth Shostak arbeitet als Astronom am Seti-Institut in Kalifornien. Er schrieb hunderte Artikel für Zeitungen, Magazine und für die Webseite www.space.com. Überdies hat er sich als Buchautor einen Namen gemacht.

Nachrichten aus dem Kosmos: Interview mit Harald Lesch

ASTRONOMIE HEUTE: Sollten wir jemals eine extraterrestrische Radiobotschaft empfangen, wie sähe diese Ihrer Meinung nach aus?

Prof. Dr. Harald Lesch: Es könnte sein, dass wir Kommunikationsfetzen empfangen, die schmalbandig und gerichtet sind und sich dadurch von den natürlichen Strahlungsquellen am Himmel unterscheiden. Ihre Intensität muss außerdem so hoch sein, dass wir sie überhaupt wahrnehmen können. In den 1970er Jahren gab es das Wow!-Signal, eine unglaublich intensive Signalspitze, die ein einziges Mal zu sehen war und dann nie wieder (siehe AH 3/2006, S. 62). Scherzhaft gesagt: Da könnte jemand mal so richtig in die Röhre gepustet haben: »Hey, wir sind hier!« Damit wir aber klar erkennen können, dass es sich um außerirdische Intelligenz und nicht um einen Neutronenstern oder eine sonstige natürliche Quelle handelt, muss das Signal über eine längere Dauer bei uns ankommen.

AH: Was könnte eine solche Botschaft enthalten?

Lesch: Zum Beispiel mathematische Informationen. Es wäre toll, wenn wir etwa 15 Nachkommastellen von Pi empfangen würden, die Eulersche Zahl 2,718281 oder die Gleichung $a^2+b^2=c^2$, was sich einfach kodieren lässt. Also ganz elementare Mathematik. Das Ganze würde wohl in digitaler Form geliefert, denn so lässt sich die Radioleistung stark reduzieren. Ein digitaler Sender ist einfach günstiger. Das ist das, was ich erwarte, hoffe aber auf etwas anderes.

AH: Auf was hoffen Sie?

Lesch: Wenn es gelingt, eine reflektierte Nachricht wieder zu dekodieren, wie es in dem Buch »Contact« von Carl Sagan vorkommt, fände ich das genial. Es muss ja nicht unbedingt die Eröffnung der Olympiade von 1936 sein, aber zum Beispiel die Hochzeit der Queen. Selbst wenn es nur zehn Sekunden sind, reicht das völlig aus, um klar zu machen, dass intelligentes Leben dahintersteckt.

AH: Aber ist es nicht naiv, im Radiowellenbereich auf Botschaften zu lauschen, nur weil wir die entsprechende Technik beherrschen?

Lesch: Elektromagnetische Wellen sind das ideale Medium zur Informationsübertragung und das schnellste, das es im Universum dafür gibt. Natürlich lassen sich viel mehr Informationen übertragen, wenn man sichtbares Licht – das ja auch zum elektromagnetischen Spektrum gehört – moduliert. Licht wird aber vom interstellaren Staub geschluckt, außerdem kostet es sehr viel Energie, einen hinreichend intensiven Laser zu erzeugen. Geladene Teilchen – um ein anderes mögliches Übertragungsmedium zu nennen – haben ebenfalls große Nachteile: Sie werden durch das galaktische Magnetfeld abgelenkt. Mit ihnen Informationen zu senden, wäre viel zu aufwändig und wenig zielgenau. Radiowellen sind nun mal das Billigste und Einfachste. Die Frage ist allerdings, in welchem Frequenzband wir suchen sollen. Die 21-Zentimeter-Welle, die von neutralem Wasserstoff – dem häufigsten Element im Universum – emittiert wird, gibt einen ausgezeichneten Kandidaten ab. Jede technisierte Zivilisation muss sie kennen. Um es bildlich auszudrücken: Im interstellaren Raum treffen sich alle beim Wasserstoff, so wie am Wasser einer Oase in der Wüste. Auch das Seti-Institut in Kalifornien sucht immer in der Nähe der 21-Zentimeter-Linie.

AH: Können wir eine Botschaft überhaupt entschlüsseln und verstehen oder ist das eher eine Frage der Rechnerleistung?

Lesch: Zunächst muss sie sich klar vom interstellaren Rauschen und von allen anderen Strahlungsquellen unterscheiden. Wenn es sich lohnt, daran zu arbeiten, werden sich genügend clevere Leute Gedanken darüber machen, wie die Botschaft entschlüsselt werden kann und ein entsprechendes Verfahren finden, davon bin ich überzeugt. Sollten extraterrestrische Lebewesen tatsächlich darüber nachdenken, wie sie mit anderen Zivilisationen kommunizieren können, dann fragen sie sich auch, was wir in diesem Universum gemeinsam haben. Sie werden zum Beispiel annehmen, dass wir wissen, welches das häufigste Element im Universum ist oder dass ein Kreis etwas mit der Zahl Pi zu tun hat. Sie werden genau wie wir gewisse Zahlen kennen, die von wichtiger Bedeutung für das Verständnis des Universums sind. Ich halte eine Kommunikation nur auf dieser Ebene für möglich. Um die Mathematik kommt man dabei überhaupt nicht herum. Und mit modernen großen Parallelrechner-Arrays hat man eine vernünftige Chance, diese Informationen zu finden.

AH: Stephen Hawking kritisierte das Senden von Botschaften ins All, ohne dass wir ahnen können, wer eigent- >

STEFAN KRESIN

Harald Lesch ist theoretischer Astrophysiker an der Uni München. Seine Sendung »Alpha Centauri« im Bayerischen Rundfunk machte ihn bekannt.

> lich zuhört. Glauben Sie, dass es das Risiko wert ist?

Lesch: Wir müssen die Relativitätstheorie ernst nehmen. Wenn jemand über die riesigen kosmischen Entfernungen von A nach B fliegt, dann ist er heimatlos. Denn er war sehr schnell unterwegs und weiß: Niemand kennt ihn mehr, wenn er jemals wieder nach Hause kommt (Anm. der Red.: Lesch meint das Zwillingsparadoxon, also den Umstand, dass ein Reisender in schneller Bewegung langsamer altert als ein ruhender Beobachter). Ich habe nichts gegen Heimatlose, aber ehrlich gesagt sind mir Männer und Frauen mit Familie lieber. Es könnte aber auch sein, dass unsere Nachrichten eine stabile und friedliche Zivilisation erreichen. Ich bin da eher positiv eingestellt und glaube, es schadet nicht, sich dem Universum mitzuteilen.

AH: Falls Außerirdische völlig entgegen unserem Denken funktionieren, können wir sie dann verpassen?

Lesch: Natürlich sind wir mit einem bestimmten Erkenntnisapparat und Blick ausgerüstet, um Leben als solches identifizieren zu können. Das heißt, wir haben eine bestimmte Vorstellung davon, wie Leben beschaffen ist. Wenn wir weder Stoffwechsel noch Reproduktion erkennen, sehen wir kein Leben, auch wenn es vielleicht da ist. Und unser Planet wird sicher nur dann besucht werden, wenn die anderen ihn als interessant und lebenswert erachten. Wir werden nicht zum Jupiter fliegen, weil wir genau wissen, dass wir da sofort zerquetscht werden. Gäbe es Methanatmer, dann hielten sie unsere Welt für genauso unbewohnbar. Falls also irgendwelche Figuren auftauchen, dann haben sie wahrscheinlich ähnliche Eigenschaften wie wir. Die können wir relativ schnell festlegen: Gehen wir von der Hypothese aus, dass ihr Planet einen G-Stern umkreist. Lebewesen, die dort erfolgreich sein wollen, brauchen optische Sensoren, keine Frage. Falls eine Atmosphäre vorhanden ist, haben diese Lebewesen auch Sensoren für Schallschwingungen. Ihr »Gehirn« ist weit weg vom Boden, damit es geschützt ist.

NASA / ESA / HST

300 Milliarden Sterne gibt es ungefähr in der Milchstraße. Viele von ihnen haben vermutlich Planeten. Werden wir irgendwann eine belebte Welt fernab der Erde finden?

Die Wesen haben vermutlich eine klar definierte Oberfläche und müssen Energie aufnehmen, also ist eine Form von Stoffwechsel da. Dieser erzeugt Wärme, die irgendwie aus dem Körper wieder rausmuss. Es werden keine Kreaturen sein, die unter Wasser leben, sonst machen sie ein Starkstrom-Experiment genau einmal und dann nie wieder. Und so weiter … Gerade die Beobachtungen im interstellaren Raum deuten ganz stark darauf hin, dass wir bei den Vorstellungen von chemischen Prozessen auf dem richtigen Weg sind. Man sieht unglaubliche Mengen an Kohlenwasserstoff-Molekülen. Das zeigt, dass wir durchaus einige ganz wichtige Dinge verstanden haben, die es zulassen, etwas über das Leben im Universum auszusagen.

AH: Für wie wahrscheinlich halten sie es, Lebensspuren in unserem Sonnensystem zu finden?

Lesch: Auf dem Mars halte ich die Chance für gleich null. Der ist viel zu kalt, die Atmosphäre ist so dünn wie bei uns in 48 Kilometer Höhe, das heißt: Wasser geht von der gefrorenen direkt in die Gasphase über, wenn es an die Oberfläche kommt. Auf dem Mars kann also kein flüssiges Wasser sein. Er hat kein eigenes Magnetfeld und ist zu leicht, um eine Atmosphäre zu halten. Die gab es offenbar am Anfang ein paar hundert Millionen Jahre lang und zu dieser Zeit vielleicht auch flüssiges Wasser. Doch seit vier Milliarden Jahren ist er knochentrocken, etwaige Lebewesen haben da schlechte Karten. Beim Jupitermond Europa ist das anders. Er ist von einer Eisschicht umgeben und wird durch Gezeitenkräfte ordentlich durchgeknetet, hat also eine innere Wärmequelle. Wenn es dort halbwegs angenehm ist, kann sich in dieser Brühe durchaus etwas entwickelt haben.

AH: Mit welchem Alien aus Hollywood würden Sie gern essen gehen?

Lesch: Mit Spock!

AH: Warum er?

Lesch: Das ist ein unglaublich sympathischer Typ, der sehr menschlich und sehr klar ist, der viel weiß und total entspannt ist. Das bedeutet für mich eine gewisse Heiterkeit. Da ich ein Verfechter der These bin, dass die Naturgesetze, die wir kennen, überall im Universum gültig sind, würde ich mich ungern mit ihm über Physik unterhalten. Aber ich würde gerne wissen wollen, woran er glaubt, welche Lieder er singt, welche Bilder er malt und welche Märchen er seinen Kindern erzählt. Das sagt mir mehr als alles andere. <<

Die Fragen stellten **Stephen Koszudowski** und **Thomas Wingerter.**

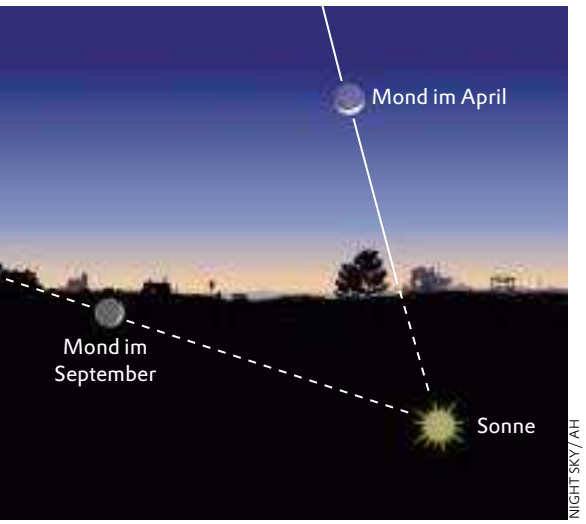
Splitter des Mondlichts

Die hauchdünne Sichel des Erdtrabanten kann einen dramatischen Anblick abgeben – wenn man weiß, wo und wann man sie findet.

>> Joe Rao und Roger W. Sinnott

Haben Sie eine Lieblingsmondphase? Die Romantiker unter Ihnen werden sicherlich den Vollmond bevorzugen. Doch der Erdtrabant zeigt sich noch in zahllosen anderen Erscheinungsbildern, während er seinen 29½-tägigen Zyklus von Neumond bis Neumond durchläuft. Sind Sie nie von dem präzis geformten Halbkreis fasziniert gewesen, mit dem sich das Nachtgestirn während seines ersten und letzten Viertels präsentiert? Oder überrascht von dem Anblick Lunas, morgens in der Frühe, hoch im Westen und klar vor dem blauen Tageshimmel zu sehen?

Ganz egal, welche Sie zu Ihrer Lieblingsphase erkoren haben – nur wenige von Ihnen werden bestreiten, dass die hauchdünne Sichel des zunehmenden Monds in der Abenddämmerung einzigartig schön ist. Wäre es nicht gut, schon vorher zu wissen, wann und wo man ihren Anblick genießen kann? Das ist nicht sehr schwer und Sie brauchen dafür auch kein teures Gerät. Erforderlich sind lediglich unsere Karte auf S. 35, ein flacher Horizont und gute Sichtbedingungen zum fraglichen Termin.



NIGHT SKY / AH

Der Winkel zwischen Mondbahn und Horizont ist bei uns im Frühling größer als im Herbst. Die junge Mondsichel ist dann in der Dämmerung leichter zu sehen, da sie höher steht.

Neumond ist immer dann, wenn der Erdtrabant zwischen unserem Heimatplaneten und der Sonne steht. Dabei sind die drei Himmelskörper aber meist nicht exakt auf einer Linie angeordnet: Der Mond befindet sich (von einem bestimmten Punkt der Erdoberfläche aus betrachtet) meist dicht ober- beziehungsweise unterhalb der Sonnenscheibe. Er ist dann nicht zu sehen, weil ihn unser gleißender Zentralstern überstrahlt.

Schlank wie eine Gräte

Stünde der Mond hingegen jedes Mal präzise zwischen Erde und Sonne, dann würde er sich – vom Standpunkt eines irdischen Beobachters – bei jedem Neumond vor unseren Zentralstern schieben und ihn verdunkeln. Wir könnten dann jeden Monat eine Sonnenfinsternis beobachten! Bis zur nächsten von der Erde aus sichtbaren Eklipse dauert es jedoch noch eine Weile: Sie findet erst am 22. September 2006 statt.

In den ersten Tagen nach Neumond geht der Erdtrabant noch als extrem magere Sichel auf. Sein »Alter« entspricht der Zahl an Stunden oder Tagen, die seit Neumond verstrichen sind. Die meisten Gelegenheitsbeobachter können ihn frühestens erkennen, wenn er drei oder vier Tage alt ist. Dann nämlich hat sich seine zunehmende Sichel vom dämmernden Abend- an den finsteren Nachthimmel verschoben. Es ist nicht allzu schwer, auch einen zwei Tage alten Mond zu erblicken – wenn Sie wissen, wohin Sie schauen müssen. Die Mondsichel nur einen Tag nach Neumond auszumachen, stellt hingegen eine echte Herausforderung dar und verlangt Vorbereitung und Geduld.

Ob Sie den Erdtrabanten sehen können oder nicht, ist nicht nur eine Frage seines Alters. Auch seine Höhe über dem Horizont nach Sonnenuntergang spielt eine Rolle. Je höher er steht, desto leichter können Sie ihn bemerken. Wenn Sie in mittleren nördlichen Breiten leben – zum Beispiel in Deutschland –, bestehen Ihre größten Erfolgsaussichten, eine ultradünne Mondsichel zu erblicken, im Frühling.

Warum? Weil März und April die Monate sind, wo die Ekliptik – jene Linie am Himmel, auf der Sonne, Mond und Planeten zu wandern scheinen – am steilsten auf dem westlichen Horizont steht. Genau dann steht auch die Verbindungslinie zwischen Sonne und Mond am steilsten auf dem Horizont (und die Mondsichel entsprechend hoch), da beide Körper sich ja entlang der Ekliptik bewegen.

Wenn das Wetter an Ihrem Wohnort mitspielt, können Sie an mehreren Abenden versuchen, die junge Sichel zu sehen. Warten Sie bis kurz nach Sonnenuntergang, gehen Sie dann nach draußen und schauen Sie westwärts in die Dämmerung. Mit Hilfe unserer Karte, einigem Beobachtergeschick und etwas Glück werden Sie dort den Erdtrabanten erkennen. Nehmen Sie Ihr Fernglas mit, sofern Sie eins besitzen.

Werfen Sie nun einen Blick auf die Karte S. 35. Beobachter, die westlich (also links) von einem der eingezeichneten Bögen leben, haben zumindest eine kleine Chance, die Mondsichel zu dem angegebenen Datum zu erspähen. Befindet sich Ihr Beobachtungsort jedoch östlich (also rechts) von einem der Bögen, haben Sie praktisch keine Aussicht auf Erfolg und müssen bis zum nächsten Abend >

Über den Lichtern der Stadt (York, Maine, USA) präsentiert sich die abnehmende Mondsichel am 2. Oktober 2005 – 24,5 Stunden vor Neumond. Ihr leuchtender Bogen überspannt weniger als 180 Grad, ein typisches Merkmal, das auch sehr junge, zunehmende Sicheln aufweisen.

LARRY LANDOLFI

NIGHT SKY, CASEY B. REED

YOUSSEF M. ISMAIL

Wenn der Mond zwischen Erde und Sonne tritt, ist Neumond und beginnt ein neuer lunarer Zyklus (oben). Das untere Foto zeigt eine 37 Stunden alte Sichel mit der Venus zur Rechten über der kalifornischen Küste.

> warten, um einen Blick auf die Sichel zu erhaschen.

Wenn Sie Fotos machen wollen, ist es eher ungünstig, den Beobachtungsort zum fraglichen Termin zu nahe an einen der eingezeichneten Bögen zu legen. Dort nämlich erscheint die Mondsichel extrem dünn und dürfte entsprechend schwer zu fotografieren sein. Befinden Sie sich hingegen weiter westlich, haben Sie bessere Bedingungen. Denn während die Zeit fortschreitet und die Dämmerungszone westwärts wandert, entfernt sich der Mond immer mehr von der Verbindungslinie Erde-Sonne, wodurch seine Sichel geringfügig dicker wird, höher am Himmel steht und an Sichtbarkeit gewinnt.

Lassen Sie uns das Ganze an einem Beispiel erläutern. Betrachten Sie den Bogen, der auf der Karte S. 35 quer durch Europa läuft und mit dem Datum 27. Mai versehen ist. In der Abenddämmerung dieses Samstags können Beobachter westlich des Bogens die ultradünne Mondsichel über dem westlichen Horizont sehen – allerdings nur, wenn perfekte Sichtbedingungen herrschen. Das Kreuz auf diesem Bogen markiert den bestmöglichen Beobachtungsort, er liegt auf Sizilien. Von dort aus betrachtet steht der Mond exakt oberhalb der Sonne, die Verbindungslinie Sonne-Mond steht also senkrecht auf dem Horizont, der Erdtrabant ist daher optimal zu sehen. Nahe des Kreuzes ist die Angabe »13,2 Stunden« eingezeichnet, sie entspricht dem Alter des Monds, wenn Sie ihn am 27. Mai von Sizilien aus erblicken.

Lunares Glimmen

Sternfreunde jedoch, die östlich dieses Bogens wohnen, etwa in Polen oder im Baltikum, haben das Nachsehen. Sie müssen sich bis zum Abend des 28. Mai gedulden, um es mit der Mondbeobachtung zu versuchen – wieder vorausgesetzt, das Wetter spielt mit. Zu diesem Zeitpunkt ist die Sichel natürlich bereits deutlich dicker und steht höher über dem Horizont, der Erdtrabant ist also wesentlich leichter zu erblicken als noch am Vorabend.

Die Schönheit einer jungen Mondsichel wird noch gesteigert durch das Erdlicht – jenes matte, kaum merkliche »Glühen« des Erdtrabanten um Neumond herum. Dichter beschrieben dieses Phänomen als »den alten Mond in den Armen des jungen«. Leonardo da Vinci war der Erste, der korrekt erkannte, dass es sich dabei um Licht handelt, das unser Heimatplanet auf die sonnenabgewandte Seite des Monds reflektiert, wodurch diese schwach aufgehellt wird.

Vielleicht interessieren Sie sich dafür, wann die jüngsten, schmalsten Mondsicheln erscheinen, die sich gerade noch erkennen lassen. Der bisherige Rekordhalter ist Mohsen G. Mirsaeed aus Teheran: Er erblickte am 7. September 2002 einen elf Stunden und vierzig Minuten alten Mond, wobei er einen Riesenfeldstecher mit fünfzehn Zentimeter Öffnung benutzte. Anhand unserer Karte wird klar, dass 2006 niemand seine Leistung wiederholen oder gar verbessern wird, denn in diesem Jahr ist der Mond frühestens in einem Alter von 12,9 Stunden sichtbar. Die Gelegenheit dazu ist bereits verstrichen: Sie bestand am 29. Januar über dem mittleren Pazifik.

Warum ist der Mond in einem bestimmten Jahr früher erkennbar als in einem anderen? Das hängt mit seiner Umlaufbahn zusammen. Er muss bei Neumond einerseits im Perigäum (dem erdnächsten Bahnpunkt) stehen, andererseits sich so weit wie möglich oberhalb der Sonnenscheibe befinden – nur dann erscheint seine Sichel am größten und ist nach Sonnenuntergang am besten zu sehen. In manchen Jahren treffen diese beiden Effekte zusammen, in manchen aber auch nicht.

Vor 75 Jahren erkannte der französische Astronom André Danjon, dass vor allem der Winkelabstand zwischen Mond und Sonne darüber entscheidet, ob der junge Mond zu sehen ist oder nicht. Nachdem er zahlreiche Untersuchungen durchgeführt hatte, kam Danjon zu dem Schluss, dass es unterhalb eines bestimmten Winkelabstands unmöglich sein dürfte, die junge Sichel zu erblicken – egal, welches Teleskop man benutzt. Der Grund dafür

liegt möglicherweise in abschattenden Effekten der rauen lunaren Oberfläche.

Moderne Untersuchungen zeigten, dass der von Danjon postulierte Mindestwinkelabstand 7,5 Grad beträgt. Diesen Wert haben wir auch bei der Berechnung unserer Karte zu Grunde gelegt. In der Tat: Als Mirsaeed seinen Rekord von 2002 aufstellte, betrug der Winkelabstand zwischen Sonne und Mond exakt 7,5 Grad. Zwei Landsleute von ihm, Ali-Reza Movahhed-Nezhad und Hamid-Reza Giahi Yazdi, kamen seinem Rekord recht nahe. Sie erblickten die junge Sichel am 19. August 2001, als sie 7,6 Winkelgrad von der Sonne entfernt war.

Ist es vielleicht auch möglich, eine Sichel zu erkennen, die der Sonne näher steht als die magischen 7,5 Winkelgrad? Das wissen wir noch nicht genau. Am 13. Oktober 2004 erklommen die erfahrenen Beobachter James Stamm und John Polacheck den Mount Lemmon in Arizona (USA). In der Morgenröte und mit Hilfe eines Acht-Zoll-Teleskops erblickten sie etwas, von dem sie überzeugt waren, dass es sich um die schmale, kurze Sichel des abnehmenden Monds handelte.

»Um 6.09 Uhr in der Frühe schaute ich ins Okular und nach drei oder vier Sekunden erkannte ich die Sichel!«, schrieb Stamm in seine Aufzeichnungen. Ein paar Minuten später hatte auch Polacheck Erfolg. »Sie war leichter zu sehen, wenn wir das Teleskop antippten«, fuhr Stamm fort, »nach 6.16 Uhr konnte jeder von uns den Anblick immer nur eine Sekunde lang erfassen und keiner konnte mehr die Beobachtung des jeweils anderen bestätigen. Nach 6.21 Uhr war nichts mehr zu sehen.«

Der Sonne so nah

Wenn Stamm und Polacheck wirklich den abnehmenden Mond gesehen haben, dann hätte er sich dreizehn Stunden und 39 Minuten vor Neumond befunden. Vom lunaren Alter her wäre das also keine Rekordbeobachtung gewesen. Vom Winkelabstand her allerdings schon: Der Erdtrabant stand zu jenem Zeitpunkt nur 6,5 Grad von der Sonne entfernt.

Den beiden war klar, dass sie damit die Danjon-Grenze unterschritten hätten. Sie versuchten also, den abnehmenden Mond abermals und vom gleichen Beobachtungsort aus zu erspähen, und zwar am 11. Dezember 2004, als sein Winkelabstand von der Sonne sieben Grad betrug. Sie konnten keine Sichel erkennen, und das, obwohl Stamm überzeugt war, er hätte das korrekte Sichtfeld in dem 55-fach vergrößernden Okular seines Achtzöllers eingestellt.

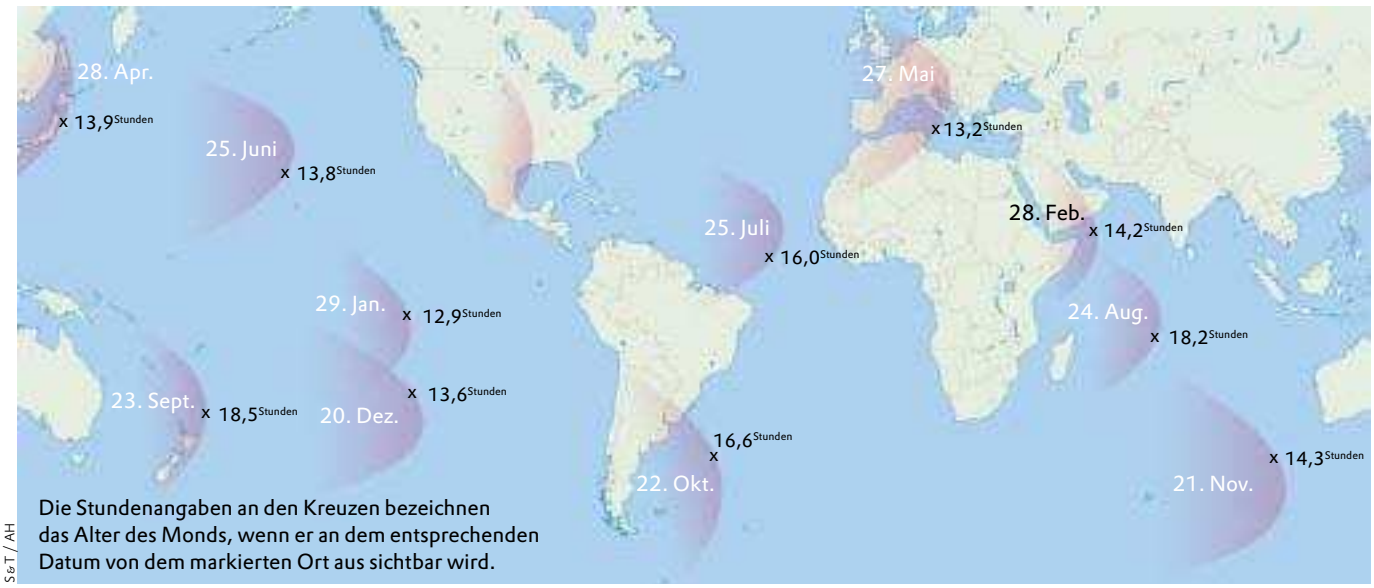
Unterdessen war die Nachricht von Stamms und Polachecks früherer Beobachtung bis in den Iran gelangt, und so kam es am Morgen des 3. September 2005 zu einem weiteren Experiment. Der Mond stand im Apogäum (dem erdfernsten Punkt seiner Umlaufbahn), näherte sich langsam der Sonne und befand sich etwa siebzehn Stunden vor Neumond. Im äußersten Westen Irans betrug sein Winkelabstand zur Sonne 7,3 Grad. Fünfzehn verschiedene Beobachtergruppen prüften, ob sie ihn erblicken und damit die Danjon-Grenze knacken könnten.

Mirsaeed wählte – zusammen mit seinen Kollegen Ali Koohpaee, Mahammad Almasi und Amir Alahmani – einen Beobachtungspunkt hundert Kilometer östlich von Teheran. Die vier waren mit Sechs- und Zehn-Zoll-Teleskopen sowie mit 25×150-Feldstechern ausgerüstet. »Ich versuchte mein Bestes, um die ultradünne Mondsichel zu erspähen«, schrieb Mirsaeed, »doch ich hatte keinen Erfolg.« Auch jene Expeditionen, die in den Westen Irans gereist waren, scheiterten.

Ist es also wirklich möglich, den Mond in einem Abstand von 6,5 Grad zur Sonne zu erkennen – oder hatten sich Stamm und Polacheck 2004 geirrt? Nur weitere Beobachtungen vermögen diese Frage zu klären. Jedes Mal vor und nach Neumond besteht die Chance, die letzt- beziehungsweise frühestmögliche Sichtbarkeit der Mondsichel zu bestimmen. Früher oder später wird sich herausstellen, ob die Danjon-Grenze durchbrochen werden kann oder nicht. <<

Joe Rao arbeitet als Dozent am Hayden-Planetarium in New York und macht Wettervorhersagen für das Fernsehen. **Roger W. Sinnott** ist Redakteur bei Sky & Telescope und begeisterter Mondbeobachter.

Diese Weltkarte zeigt für das Jahr 2006, wann und von wo aus die junge Mondsichel erstmals sichtbar wird. Entlang jedem Bogen steht der Mond 2,5 Grad über dem Horizont, wenn sich die Sonne fünf Grad unterhalb desselben befindet. Die Kreuze markieren die Orte, von denen aus gesehen der Erdtrabant direkt oberhalb der Sonne steht.



Die Stundenangaben an den Kreuzen bezeichnen das Alter des Monds, wenn er an dem entsprechenden Datum von dem markierten Ort aus sichtbar wird.

S&T / AH

JOE TUCCIARONE

Satelliten der Galaxis

Reise in exotische Gefilde
Von einem Planeten am Rand eines Kugelsternhaufens aus betrachtet würde sich uns ein gänzlich anderer Nachthimmel bieten.

Der Wonnemonat Mai ist ideal zum Beobachten von Kugelsternhaufen – und es gibt kaum eine andere Klasse von Objekten, die in größeren Fernrohren so spektakulär aussehen! **>> Sue French**

Diese stellaren Ballungsräume enthalten jeder Hunderttausende oder sogar Millionen von Sternen. Wenn wir sie mit unseren Amateurfernrohren betrachten, wirken die Zentren solcher Kugelsternhaufen so dicht gepackt, dass keinerlei leeres Weltall zwischen den Sonnen durchschimmert. Stattdessen sehen sie aus wie Häufchen von glitzerndem Zucker auf schwarzem Samt.

Natürlich stoßen die Sterne in Wirklichkeit nicht aneinander. Aber jedes Teleskop macht, abhängig von seinem Durchmesser, aus jedem Pünktchen ein Scheibchen mit einer gewissen Ausdehnung – und diese »verschmieren«! Deshalb können Sie umso mehr Sterne in der Nähe der Haufenzentren auseinander halten, je größer Ihr Instrument ist (Kasten S. 39). Vergleichen Sie doch die Fotos von M 13, die mit Amateurfernrohren gemacht wurden (S. 39), mit der Omega-Centauri-Aufnahme vom Weltraumteleskop Hubble (S. 38)!

Ein Ort, wo es nie wirklich dunkel wird …

Was auf den ersten Blick klar ist: In solchen Gebilden stehen die Sterne im Vergleich zur galaktischen Scheibe, also der Nachbarschaft unserer Sonne, viel dichter beieinander. Denn die Haufen haben im Schnitt einen Durchmesser von rund einhundert Lichtjahren. Versetzen wir uns in Gedanken einmal auf einen Planeten, der um eine Sonne am Rand eines solchen Sternhaufens kreist. Das Bild, das sich uns bietet, entspricht dann vielleicht der künstlerischen Darstellung oben: Strahlend hell würde der Haufen an einer Hälfte des Himmels die Nacht zum Tage machen.

Reisten wir weiter zu einem Planeten tief im Innern des Sternsystems – auch wenn Wissenschaftler die Existenz von Planeten dort für unwahrscheinlich halten. Der Nachthimmel wäre mit Tausen-

den von Sternen besetzt, die heller als die Venus leuchten. Hunderte davon wären Riesensterne wie Beteigeuze oder Arktur, die den Himmel mit ihrem roten und gelben Licht feurig zierten. Die hellsten wären leicht bei Tageslicht zu sehen. Die Nacht wäre niemals wirklich dunkel, sondern so hell, als stünden mehrere Vollmonde am Himmel.

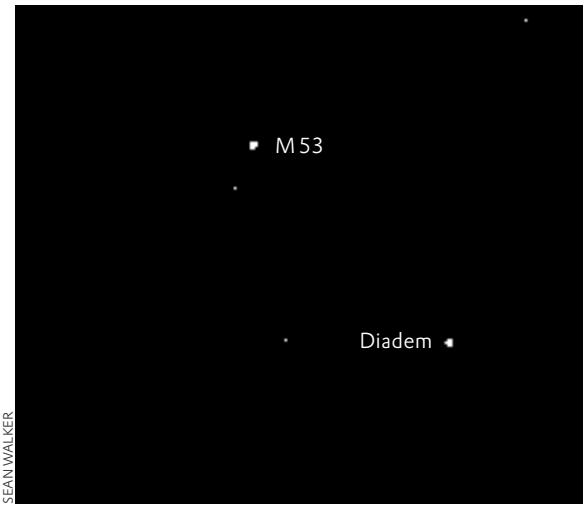
Im Frühling kommet zuhauf!

So viel zur Theorie. Starten wir unser Spazierengucken hoch über dem südlichen Horizont bei dem gerade erwähnten goldfarbenen Arktur, dem hellsten Stern in dieser Gegend. Strecken Sie Ihren rechten Arm aus, spreizen Sie die Finger und setzen Sie den Daumen auf Arktur. Ihr kleiner Finger wird im Sternbild Haar der Berenike (»Coma Berenices«) liegen. An einem dunklen Beobachtungsort können Sie in dieser Himmelsgegend ein unscheinbares Glitzern schwacher Sterne wahrnehmen. Hingegen sind bei Mondlicht oder künstlicher Aufhellung des Nachthimmels selbst jene drei Sterne 4. Größe schwer zu erkennen, die in der Karte unten ein gedrehtes »L« formen.

Bevor wir uns dem ersten Kugelsternhaufen zuwenden, versuchen wir uns zunächst am Coma-Sternhaufen ① (siehe auch S. 44). Dessen Sonnen haben untereinander einen viel größeren Abstand, und seine Form ist auch nicht kugelförmig – er ist ein »offener Sternhaufen«.

Trotzdem will ich noch ein paar Worte über ihn verlieren, denn er ist einfach ein fantastisches Objekt, um eine Beobachtungsnacht zu beginnen – auch dann, wenn die Bedingungen noch zu mäßig sind, um die Sterne des Haars der Berenike mit dem bloßen Auge sehen zu können. In dem Fall ziehen Sie in Gedanken eine Linie von Denebola (2. Größe) im Löwen zu Cor Caroli (3. Größe) in den Jagdhunden. Der Haufen liegt dann genau in der Mitte. Suchen Sie nicht nach etwas Kleinem, denn er nimmt in meinem 8×40-Feldstecher drei Viertel des Gesichtsfelds ein. In einem Teleskop erkennen Sie dagegen nur einen Teilbereich. Von meinem Zuhause auf dem Land aus zähle ich dreißig mehr oder weniger helle Sterne. Bei Mondlicht oder von der Stadt aus reduziert sich die Zahl auf vielleicht ein Dutzend, bei idealen Bedingungen dagegen kommen Sie auf eine halbe Hundertschaft.

Verglichen mit den Kugelsternhaufen, die wir aufsuchen wollen, ist Coma ein Jüngling – nur 450 Millionen Jahre alt.

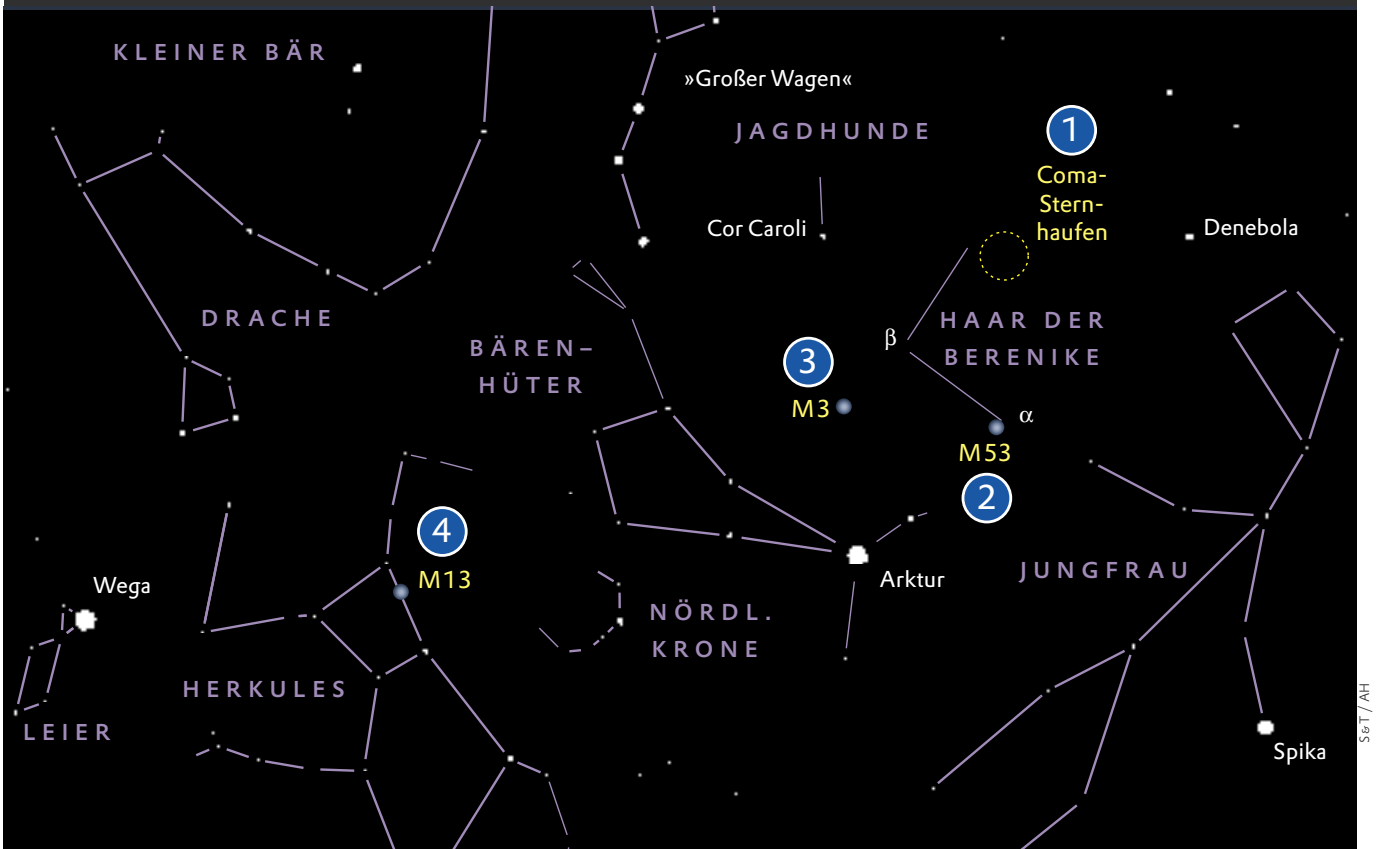


SEAN WALKER

Mittelprächtig müssen die Bedingungen mindestens sein, um M 53 bereits mit einem Feldstecher als kugeligen Wattebausch mit hellerem Zentrum sehen zu können.

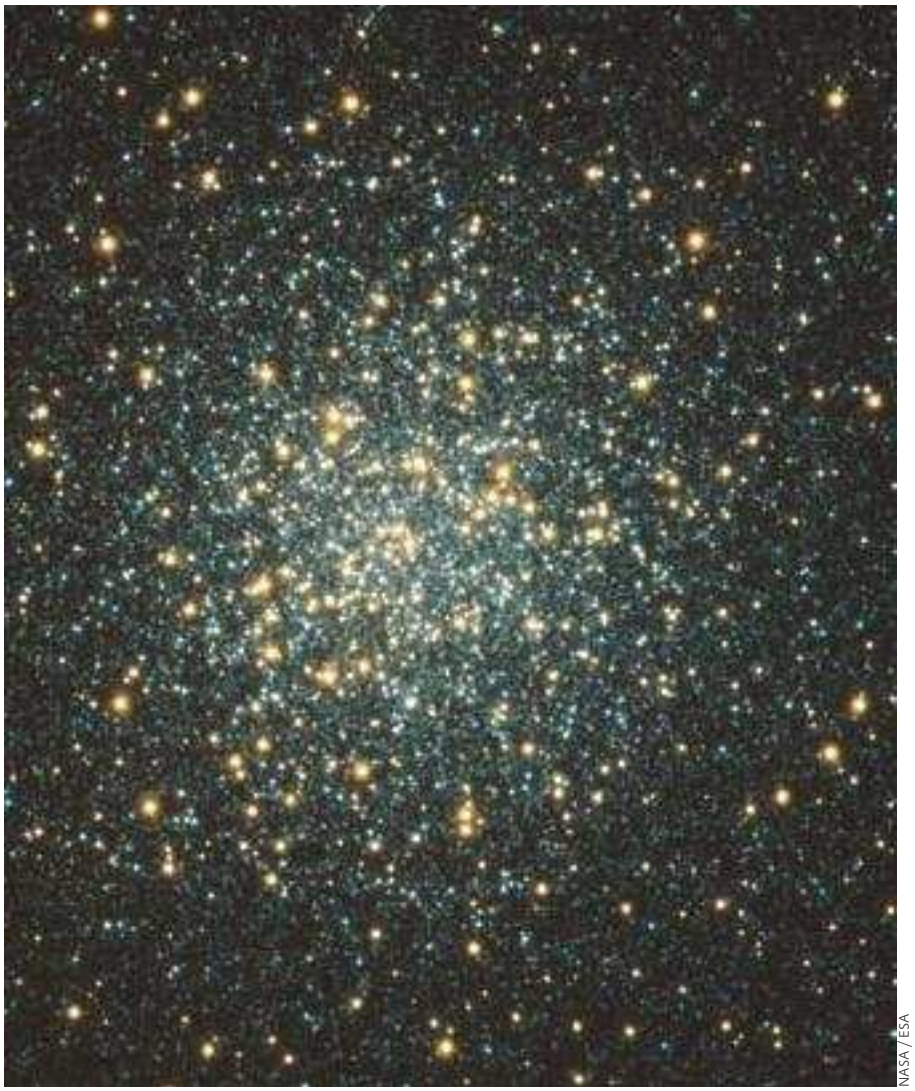
Unser erster Kugelhaufen ist M 53 ② – das 53. Objekt, das der französische Astronom Charles Messier im 18. Jahrhundert katalogisiert hat. Es befindet sich auf der anderen Seite dieses Sternbilds nahe dem Stern Diadem (Alpha Comae Berenices, α Com). Wenn Sie ihn nicht sehen, >

Mehr als ein Drittel des Himmels deckt diese Karte ab: vom Nordosten (links) bis zum Süden im Mai bei Einbruch der Dunkelheit. Der Große Bär steht im Zenit.



S&T / AH

Nur Profis können mit ihren Instrumenten über den kompletten Bereich eines Kugelsternhaufens einzelne Sterne auflösen. Dieses Bild des Weltraumteleskops Hubble mit seinem 2,40-Meter-Hauptspiegel zeigt Omega Centauri (NGC 5139), den hellsten und größten am Nachthimmel. Von Europa aus ist er leider nicht zu sehen – deshalb konnte ihn der Franzose Messier nicht beobachten und er bekam keine »M-Nummer«.



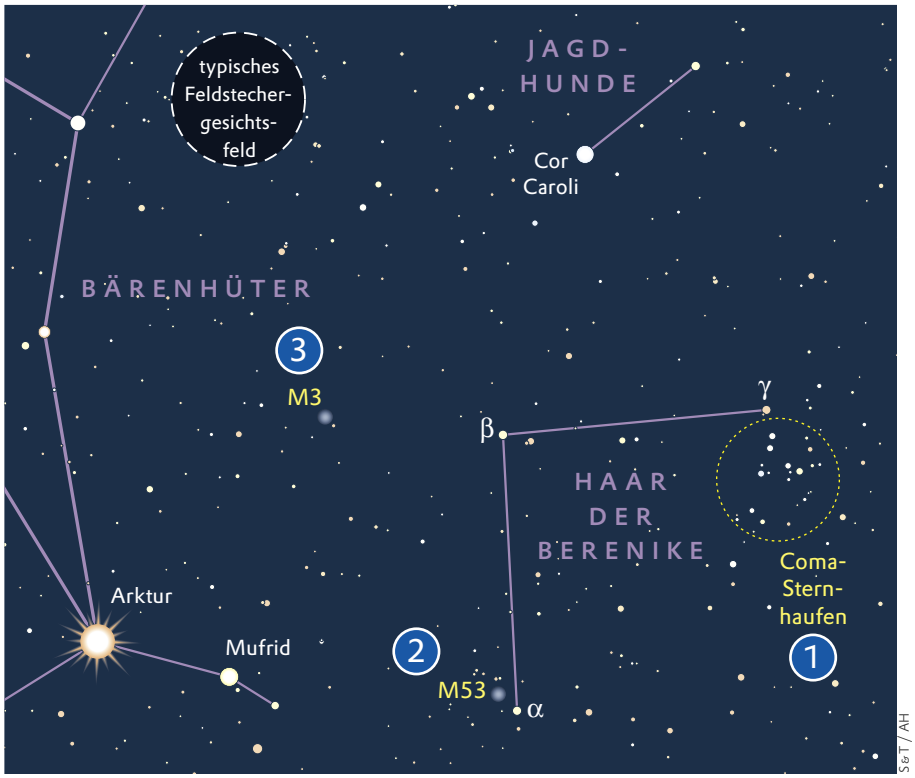
NASA / ESA

> bietet sich Arktur als Startpunkt für ein bisschen »Star-hopping« mit dem Sucherteleskop an: Mufrid (Eta Bootis, η Boo, 3. Größe) sollte noch ins Gesichtsfeld passen. Wenn Sie die imaginäre Linie von Arktur zu Mufrid um ihr Doppeltes verlängern und das Teleskop um diesen Betrag schwenken, sollte Diadem im Sucher auftauchen. M 53 steht jetzt im Gesichtsfeld eines langbrennweitigen Okulars etwa einen Gesichtsfelddurchmesser – knapp ein Grad – nordöstlich vom Stern entfernt. Sie erkennen ihn als kleine, flaumige Kugel mit hellerem Zentrum (Foto S. 37). Mit einem Vierzöller (zehn Zentimeter Linsen- oder Hauptspiegeldurchmesser) sieht der Haufen gesprenkelt aus, zeigt aber bei 87facher Vergrößerung keine Einzelsterne. Bei 153facher Vergrößerung fangen ein paar Sterne an herauszustechen, während sie bei 203fach deutlicher sichtbar werden. Die Sterne leuchten sehr schwach, sodass sie unter einem hellen Himmel in einem kleinen Fernrohr untergehen, aber eines leichten Schimmers werden Sie in jedem Fall gewahr.

Mehr sehen durch Vorbeischauen

Oft brauchen Sie eine hohe Vergrößerung, um zwischen den einzelnen Sternen zu unterscheiden. Sterne am Rand sind am einfachsten auflösbar, solche in der Nähe des Zentrums zeigen sich nur in den hellsten Haufen und mit Teleskopen wie Zehnzöllern (25 Zentimeter Öffnung) und größer. Wenn Sie Ihren Blick ein wenig neben das Ziel richten, fällt das Licht der Sterne auf empfindlichere Teile der Netzhaut. Mit solch »indirektem Sehen« erkennen Sie deshalb unter Umständen mehr Sterne.

Wenden wir uns nun dem nah gelegenen helleren Kugelsternhaufen M 3 ③ zu (siehe Feldstechertipp AH 4/2004, S. 43).



S&T / AH

Es gibt mehrere Wege, ihn zu finden. Im Feldstecher oder in einem guten Sucherteleskop ist er als kleines Nebelfleckchen in der Mitte der Verbindungslinie zwischen Arktur und Cor Caroli erkennbar. Wenn Ihr Fernrohr keinen Sucher besitzt oder dieser nicht lichtstark genug ist, um den Haufen zu zeigen, können Sie ihn während des Schwenkens bei schwacher Vergrößerung im Hauptrohr finden.

Falls Ihr Instrument äquatorial montiert ist, starten Sie im Haar der Berenike beim Stern Beta Comae Berenices (β Com). Schwenken Sie mit Hilfe des Suchers das Gerät in Rektaszension um ein Gesichtsfeld nach Osten, das sind etwa sechs Felder im Hauptrohr mit dem am wenigsten vergrößernden Okular.

Haben Sie stattdessen ein azimutal montiertes Gerät (oder waren mit obiger Methode nicht erfolgreich), zentrieren Sie den Stern bei schwächster Vergrößerung und lassen Sie das Fernrohr genau eine halbe Stunde stehen. Danach hat die Erddrehung M3 ins Gesichtsfeld geschoben.

Weiter von M3 zu M13

Dieser Haufen ist sowohl heller als auch größer als M53. Wieder suchen wir nach einem Lichtbällchen, das in der Mitte heller ist als außen. Mein Vier-Zoll-Refraktor zeigt bei 127facher Vergrößerung den Haufen mit spärlich gestreuten Sternen am Rand und einem hellen, leicht ovalen Kern, dessen Brillanz zum Zentrum hin zunimmt. Sogar im Herzen von M3 sind einige Sterne auflösbar. In Stadtnähe verlieren sich alle bis auf die hellsten Sterne im aufgehellten Himmel. Die besten Entdeckungschancen sind auch hier wieder im äußeren Bereich des Haufens.

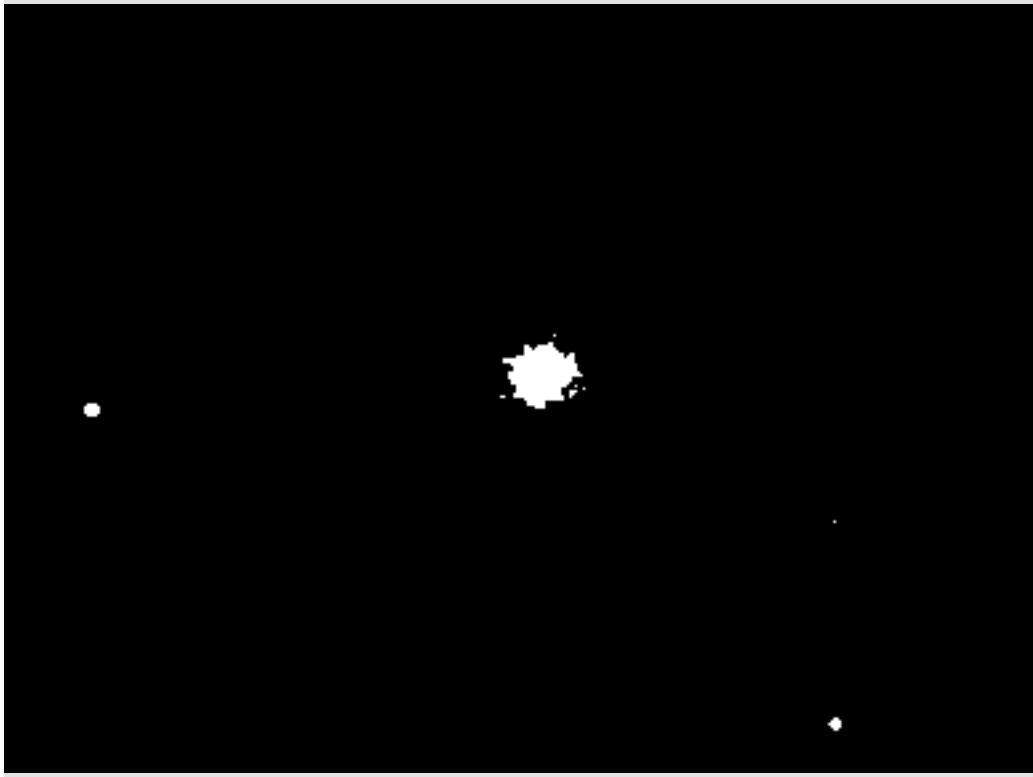
Unser letztes Ziel ist nicht nur beeindruckender als M3, sondern auch einfacher zu finden. Das wunderschöne Objekt Messier 13 ④ verziert das Sternbild Herkules. Dieses liegt auf halber Strecke zwischen Arktur und der genauso hellen Wega in der Leier (siehe Karte S. 37). Das Erkennungsmerkmal des Herkules ist ein Sternviereck, das für den Rumpf des Helden der Antike steht. M13 liegt an dessen westlicher Seite auf etwa zwei Drittel des Wegs zwischen dem südlicheren und dem nördlicheren Stern (Karte nächste Seite).

Unter dunklem Himmel ist M13 sogar schon schwach mit bloßem Auge zu sehen. Selbst wenn der Himmel sehr hell >

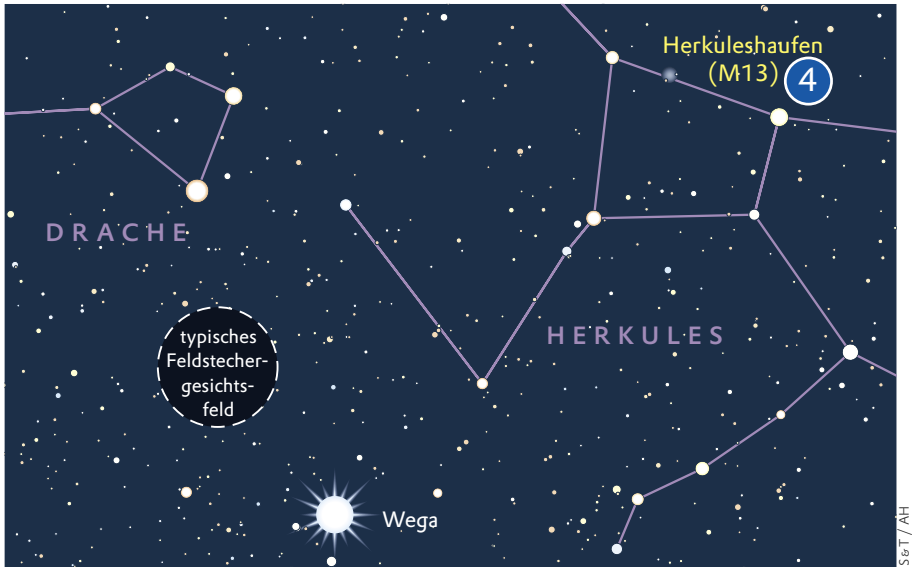
Auf die Größe kommt es eben doch an …

Bei optisch einwandfrei gefertigten und justierten Fernrohren ist die Bildschärfe abhängig vom Durchmesser der Objektivlinse beziehungsweise des Hauptspiegels. Je größer die Öffnung des Instruments, desto punktförmiger werden Sterne abgebildet. Da das Lichtsammelvermögen größer ist, werden auch leuchtschwächere sichtbar.

Diese Fotos zeigen M13, aufgenommen unter dunklem Himmel bei gleicher Vergrößerung – oben mit einem Drei-Zoll-, unten mit einem Acht-Zoll-Spiegelteleskop.



BEIDE FOTOS: SEAN WALKER



SuT / AH

Nach Einbruch der Dunkelheit steht Wega im Frühling links unterhalb von Herkules über dem Osthorizont. Wenn Sie die Karte nach rechts drehen, erhalten Sie die Stellung für den Herbst über dem Westhorizont.

> ist, sollten Sie M13 leicht mit dem Sucherteleskop ausfindig machen können. Mit dem Feldstecher ist er die leichter zu findende Alternative zu M3. Mit meinem Vier-Zoll-Refraktor sehe ich bei 127facher Vergrößerung M13 zum Zentrum hin stark heller werden.

Einzelne Sterne sind über den gesamten Bereich des Haufens aufgelöst. In den Randbereichen scheinen sie in Bögen und Armen angeordnet zu sein. Mein Acht-Zoll-Spiegelteleskop offenbart sehr viel mehr Sterne als mein Refraktor – so viele, dass der ganze Haufen wie Diamantstaub glänzt.

Die Kugelsternhaufen, die wir gerade besucht haben, sind allesamt sehr viel älter als der Coma-Haufen und mehr als hundertmal so weit entfernt: M53 liegt in einer Entfernung von 58000 Lichtjahren, M3 in 34000 Lichtjahren und M13 in 25000 Lichtjahren. Dies erklärt, dass wir während unseres Himmelsspaziergangs von einem Haufen zum nächsten immer mehr Sterne ausmachen konnten. Alle drei Haufen sind ungefähr 12 Milliarden Jahre alt, was sie zu den ältesten Objekten macht, die Sie von Ihrer Terrasse aus sehen können. <<

Sue French ist Spezialistin für Deep Sky. In fast jeder klaren Nacht sind ihre Teleskope unter dunklem Landhimmel im Einsatz. Kugelsternhaufen gehören zu ihren Lieblingsobjekten.

FELDSTECHERTIPP

Kosmische Karawane – Collinder 285

Der offene Haufen, den ich Ihnen vorstellen möchte, ist so groß, dass Sie ihn mit dem Fernglas gar nicht überblicken können: der das Bild sprengende Ursa-Maior-Bewegungshaufen, auch Collinder 285 genannt. Fünf der hellsten Sterne des Großen Wagens liegen darin, lediglich Dubhe und Alkaid scheren aus. Auch einige schwächere Sterne im restlichen Teil des Großen Bären gehören zu Cr 285 sowie einige in anderen Sternbildern, zum Beispiel Gemma (α CrB) in der Nördlichen Krone und sogar Sirius im Großen Hund!

Somit ist Collinder 285 der größte und hellste offene Sternhaufen, den wir beobachten können. Er ist ein Bewegungshaufen, das heißt, all diese Sterne ziehen gemeinsam durch den Raum – eine riesige kosmische Karawane, die unser Sonnensystem in Richtung des Sternbilds Schütze kreuzt.

In dieser Region liegen aber auch jede Menge feldstechergeeignete Galaxien und Doppelsterne (gelb markiert), die unter einem dunklen Himmel bereits mit einem Fünfzig-Millimeter-Fernglas ihre Pracht entfalten. Viel Spaß beim Erkunden! **>> Lambert Spix**

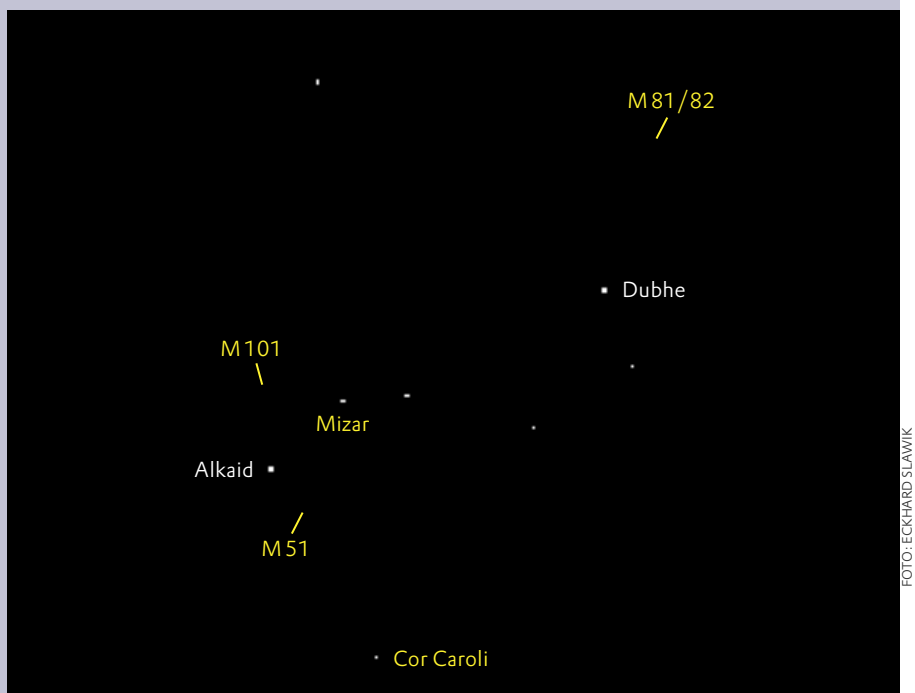
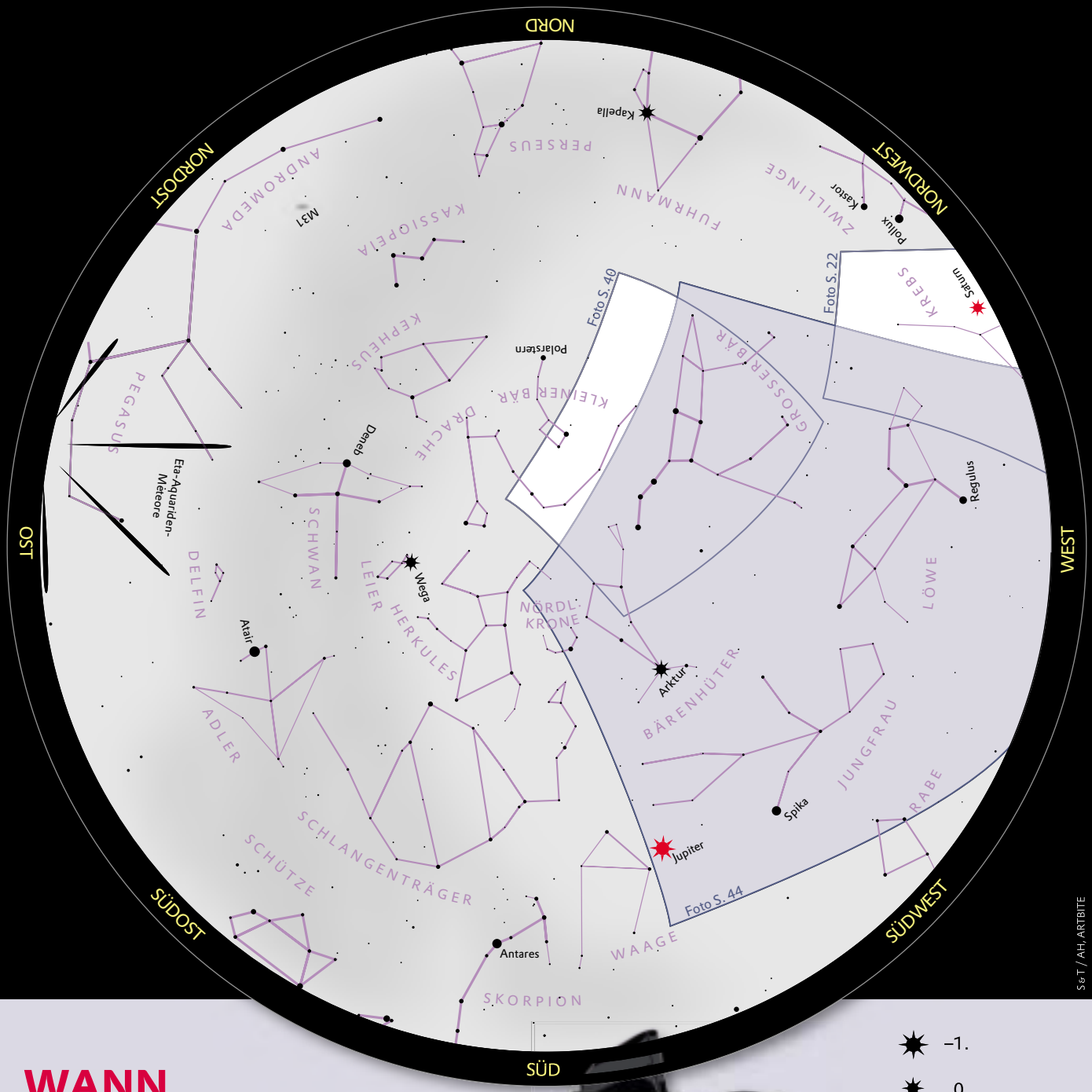


FOTO: ECKHARD SLAWIK

Fünf Freunde im Großen Wagen sind nicht nur Teil des Sternbilds Großer Bär, sondern auch von Cr 285.

STERNTAFEL



S & T / AH, ARTBITE

WANN

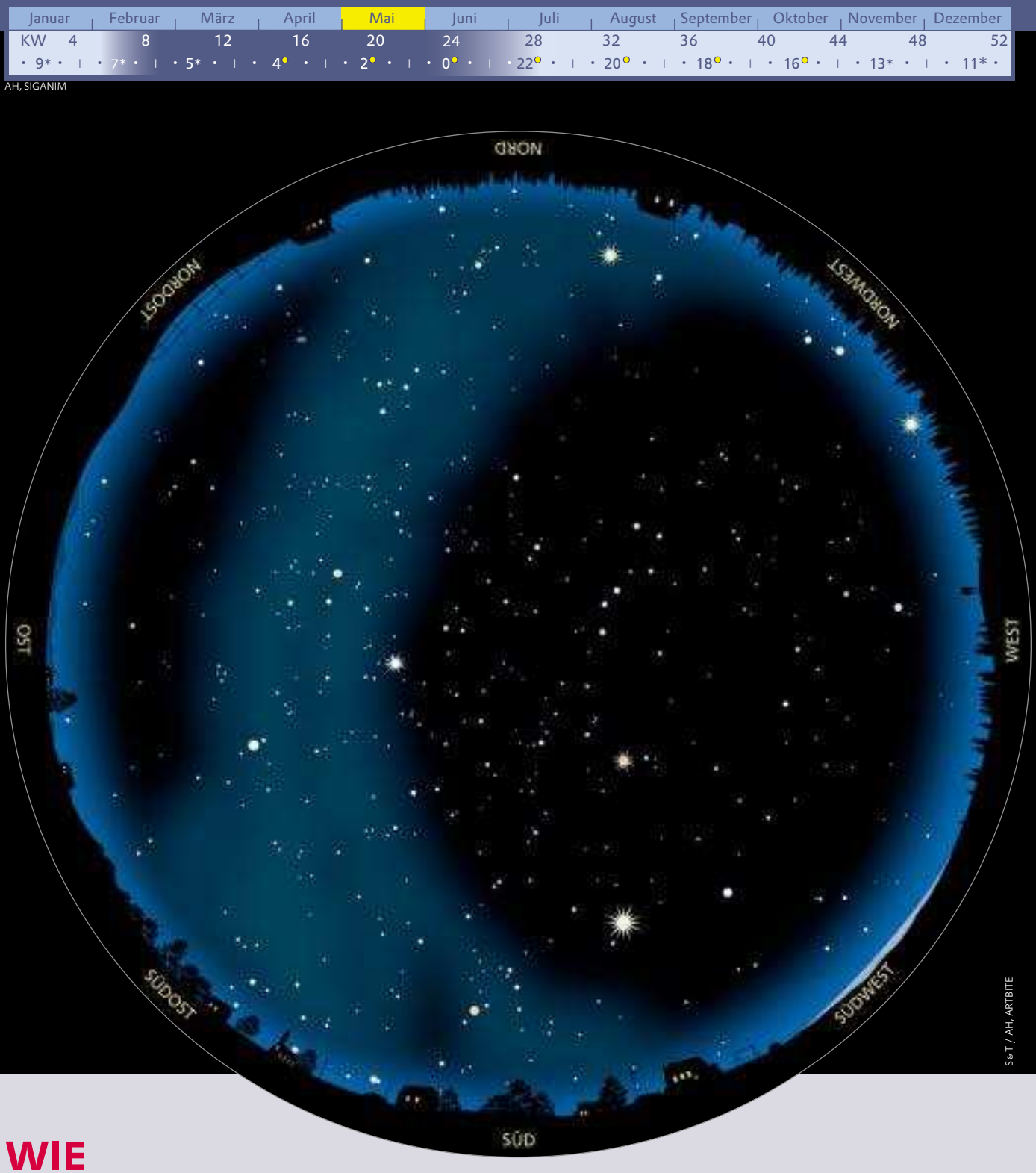
Der Zeitleiste (oben rechts) können Sie die Gültigkeit der Sternkarten entnehmen. Wählen Sie das Datum anhand des Monats oder der Kalenderwoche (KW) und lesen Sie direkt darunter die zugehörige Uhrzeit ab. Beispiele:

April, zweite Hälfte:	**3 Uhr°**
Mai, zweite Hälfte:	**1 Uhr°**
Juni, zweite Hälfte:	**23 Uhr°**

*Mitteleuropäische Zeit (MEZ, UT+1)
°Sommerzeit (MESZ, UT+2)

S & T

–1.
0.
1.
2.
3.
4.
5. Größenklasse



WIE

Auf den Sternkarten sehen Sie den Himmelsausschnitt, der sich Ihnen zu den in der Leiste (ganz oben) angegebenen Uhrzeiten präsentiert. Die Schwarz-Weiß-Karte (links) verzeichnet die wichtigsten Sternbilder, Namen der hellen Sterne und Fotos oder Detailkarten in diesem Heft. Die Nachthimmelkarte (oben) entspricht dann dem, was Sie unter freiem Himmel sehen.

Zur Orientierung halten Sie die Karten vor sich, und zwar so, dass der Rand mit der Himmelsrichtung, in die Sie schauen, zum Boden zeigt. Die Sterne am Rand der Karte stehen direkt über dem Horizont. Die im Zentrum der Karte dargestellten Sterne befinden sich genau über Ihnen – im Zenit.

Beispiel: Das »Frühlingsdreieck« aus den hellsten Sternen des Bärenhüters, des Löwen und der Jungfrau – Arktur, Regulus und Spika – neigt sich bereits gen Westen, auch der Große Wagen ist auf Talfahrt. Das »Sommerdreieck« klettert dagegen hoch in den Osten. Jupiter prangt hell in der Waage im Südsüdwesten, Mars ist zu dieser Stunde bereits hinter dem Westnordwesthorizont untergegangen, Saturn steht kurz davor.

Die Karten sind für fünfzig Grad nördliche Breite berechnet, das entspricht in etwa der Linie Luxemburg – Frankfurt am Main – Prag. Beobachter in Alpennähe sehen die Sterne im Süden etwas höher über dem Horizont und die im Norden etwas niedriger. In Norddeutschland ist es genau umgekehrt.

S&T / AH

Ein Frühling mit zwei Stars

Im Mai dominieren Arktur und Spika die erste Hälfte der Nacht und weisen den Weg zu haufenweise Deep Sky. **>> Fred Schaaf**

Direkt über unseren Köpfen fährt im Mai nach Einbruch der Dunkelheit der Große Wagen durch den Zenit. Im Foto unten sehen Sie diesen Teil des Sternbilds Großer Bär mit Linien markiert. Verlängern Sie in einem weiten Bogen die Deichsel des Wagens um dessen ungefähre Gesamtlänge. Sie werden bei Arktur landen (Alpha Bootis, α Boo), dem hellsten Stern des Frühlingshimmels. Wenn Sie den Bogen weiter spannen, bringt Sie das zu Spika (Alpha Virginis, α Vir), dem hellsten Stern eines sonst eher unscheinbaren, aber großen Sternbilds: der Jungfrau (»Virgo«).

Arktur ist nach Sirius im Großen Hund und vor Kapella im Fuhrmann der zweithellste Stern an unserem mitteleuropäischen Nachthimmel. Er steht mit 0,0ter Größe am Firmament und zeigt eine leichte gelb-orangefarbene Tönung. Sein Name bedeutet »Bärenhüter«. Genauso nennen wir meist auch das Sternbild, das ihn beherbergt – obwohl dessen griechischer Name Bootes eigentlich »Ochsentreiber« bedeutet. Stern wie Konstellation folgen unablässig dem Großen Bären auf seiner Bahn über den nördlichen Himmel.

Spika ist mit 1. Größe deutlich weniger brillant als Arktur. Im Sternbild Jungfrau stellt sie eine Weizenähre in der Hand einer Magd dar, die das Frühlingsgetreide aussät. Im Nordwesten der Jungfrau, unweit des Sterns Denebola, der Schwanzspitze des Löwen, befindet sich eine der Lieblingsregionen für geübte Beobachter. Mit bloßem Auge oder kleinen Ferngläsern erkennen Sie dort nur einige schwache Sterne. Erst mit einem größeren Feldstecher oder einem Teleskop können Sie eine Vielzahl von verschwommenen Leuchtfleckchen entdecken, die über den gesamten Virgo-Galaxienhaufen verstreut sind (AH 4/2006, S. 55). Jedes dieser Wölkchen ist eine Galaxie ähnlich unserer Milchstraße – aber in Entfernungen von fünfzig bis sechzig Millionen Lichtjahren.

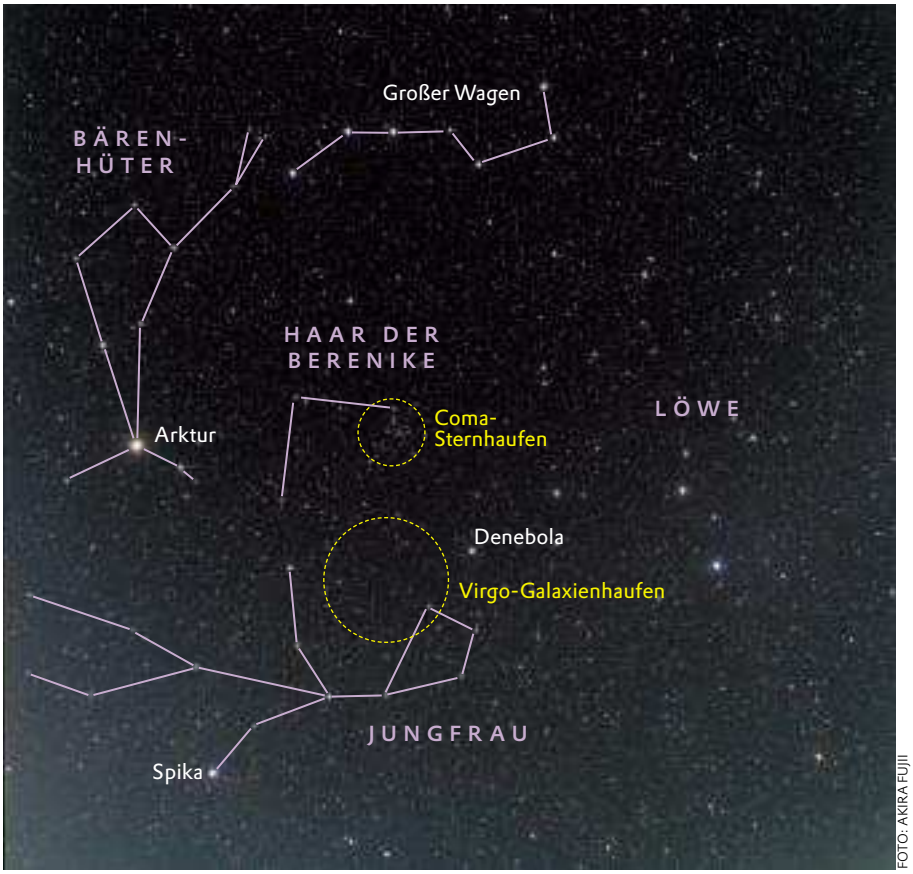
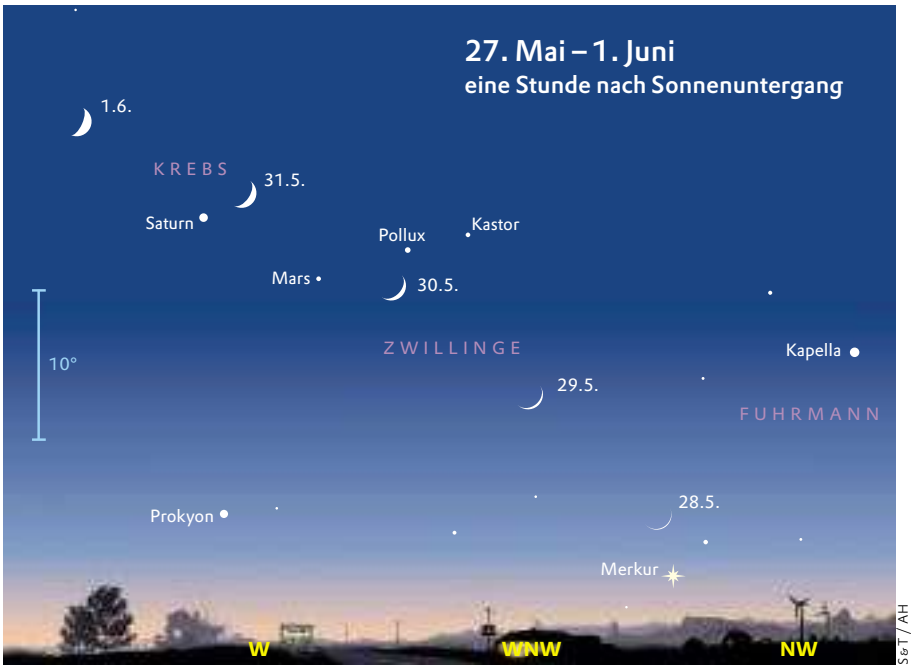


FOTO: AKIRA FUJII

Die Deichsel des Wagens erlaubt die schnelle Orientierung am Frühlingshimmel mit seinen hellen Sonnen, Stern- und Galaxienhaufen.



Die große Zeit des kleinen Planeten! Merkur ist der König der Dämmerung: Er ist fast so hell wie Sirius, der bereits vor der Sonne untergeht.

Für Beobachter mit Ferngläsern bietet das Haar der Berenike (»Coma Berenices«) ein lohnendes Ziel. Etwas unterhalb des westlichsten Sterns können Sie bereits mit bloßem Auge ein schwaches Schimmern ausmachen: den Coma-Sternhaufen, Melotte 111. Er füllt das gesamte Gesichtsfeld eines Feldstechers (AH 4/2005, S. 49).

Planeten im Mai

Merkur läuft in der Nacht auf den 19. hinter der Sonne vorbei. Ab der folgenden Woche ist er bis Ende Juni in der Abenddämmerung zu sehen (Grafik oben).

Jupiter leuchtet in der Abenddämmerung tief im Südosten und steigt nach Mitternacht auf eine Höhe von rund 25 Grad. Zur Zeit beherbergt ihn das unscheinbare Sternbild Waage (»Libra«). Dessen hellster Stern ist der Doppelstern Alpha Librae mit 2,7ter Größe. Die beiden Sonnen haben keine Chance gegen den Riesenplaneten, dieser leuchtet mit –2,5ter Größe hundert Mal so hell, denn er steht am 4. Mai in Opposition und ist der Erde zwei Tage später am nächsten. Sein Scheibchen wächst daher auf stolze 45 Bogensekunden. Bereits mit einem mittelgroßen Fernrohr können Sie die vielen dunkleren Gürtel des Planeten von den helleren unterscheiden und den berühmten Großen Roten Fleck sehen, der eigentlich eher braun ist.

Saturn und **Mars** bewegen sich am westlichen Abendhimmel immer weiter aufeinander zu. Der Ringplanet ist dabei eindeutig der Hellere (Grafik links).

Venus ist der einzig sichtbare Planet am Morgenhimmel. Hell und einsam steht sie zu Beginn der Morgendämmerung im Osten.

Der **Mond** ist noch jung, wenn er an den Abenden des 1. und 2. Mai in der Nähe des Mars steht. Eine etwas dickere Mondsichel befindet sich am 3. zwischen Saturn und Pollux. Am Abend des 10. Mai steht er eineinhalb Grad westlich von Spika (Foto linke Seite), am 11. und 12. Mai zieht er südlich des Jupiter vorbei. Am Morgen des 24. Mai schwebt die dünne Mondsichel drei Grad über der aufgehenden Venus.

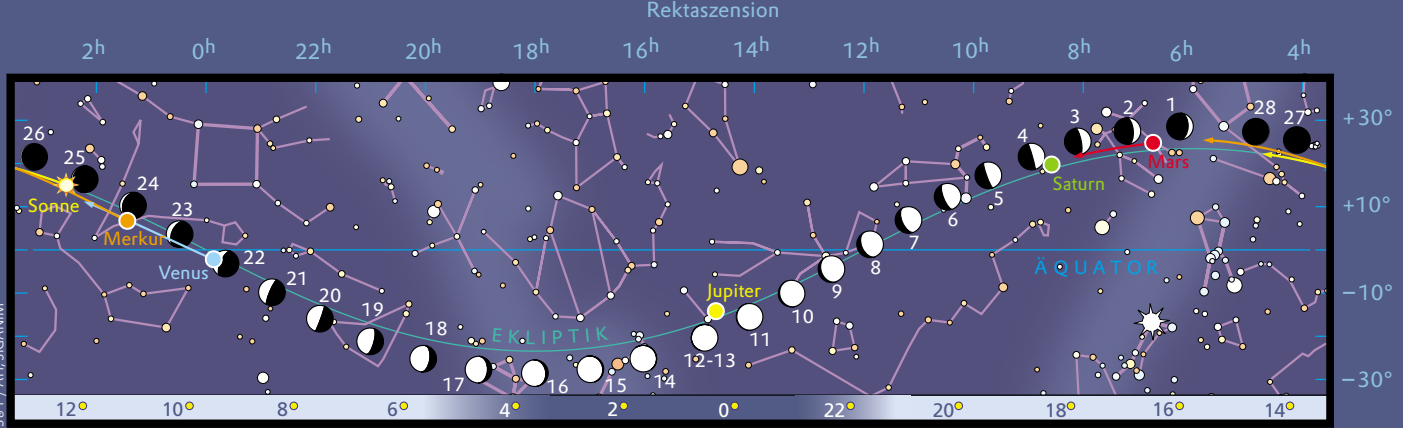
Zurück am Abendhimmel haben Sie am 27. die Chance, eine extrem dünne Sichel zu sehen. Lesen Sie dazu unseren Artikel »Splitter des Mondlichts« auf S. 32. In der obigen Grafik ist der Mond gerade im Nordwesten hinter den Windrädern verschwunden.

Am 30. Mai bildet der Mond ein schönes Ensemble mit Mars und Pollux, nachts darauf mit Mars und Saturn. <<

Das Monatspanorama zeigt Phasen und Positionen des Monds vom 1. bis zum 28. Mai. Die Pfeile kennzeichnen die Bewegungen von Sonne und Planeten von Monatsanfang bis -ende. Die untere Leiste gibt die ungefähre Ortszeit an (korrigiert auf Sommerzeit), wenn der darüberliegende Bereich zur Monatsmitte im Süden steht.

Fred Schaaf lässt sich am Morgen des 6. Mai nicht das Maximum des Eta-Aquariden-Meteorstroms entgehen (vgl. S. 42).

Der Mond und die Planeten im Mai 2006



Der Mond ist zum besseren Erkennen der Mondphasen auf allen Karten in Übergröße dargestellt.

Zwischen den Kratern

Auch die eintönigsten Flachländer auf dem Mond haben eine spannende Geschichte hinter sich. **>> Charles A. Wood**

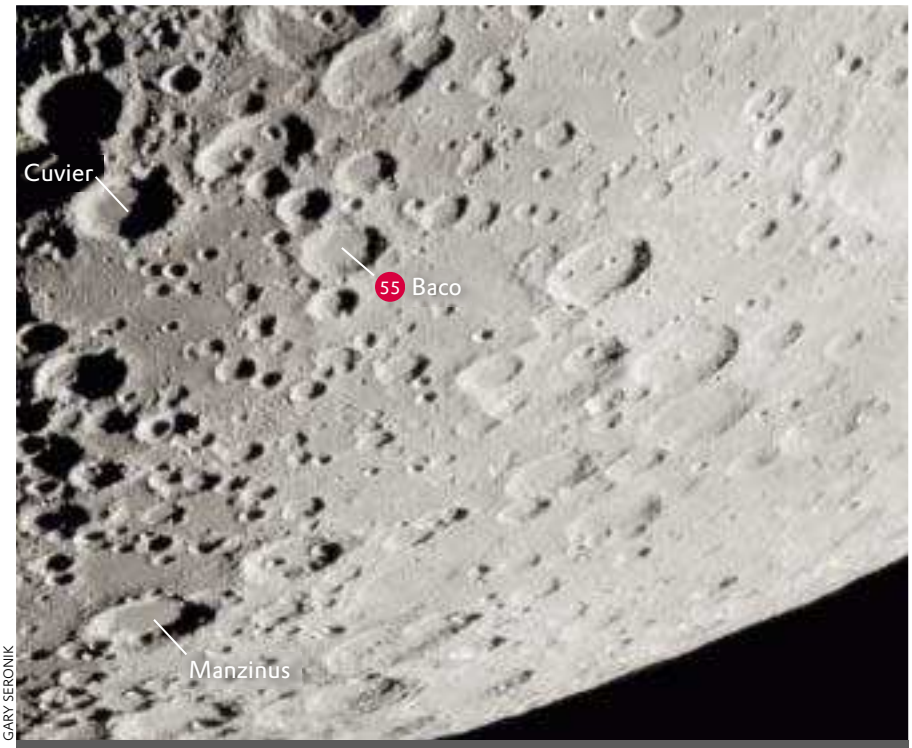
Mondbetrachter richten ihr Hauptaugenmerk gewöhnlich auf die lunaren Krater und kümmern sich kaum um die »langweiligen« Gebiete dazwischen. Das ist nicht weiter verwunderlich. Doch als die Wissenschaftler des US Geological Survey (USGS) die Mondoberfläche kartierten, um die Apollo-Landungen vorzubereiten, mussten sie die gesamte Oberfläche des Erdtrabanten untersuchen – einschließlich der unspektakulären Regionen, denn hier würde man am wahrscheinlichsten landen.

In seinem wunderbaren Buch »To a Rocky Moon« berichtet der Mondkartograf Don Wilhelms, dass er im Jahr 1964 dem flachen Terrain westlich des Mare Tranquillitatis, nahe dem kleinen Krater Cayley, den Namen »Cayley Plains« gab. Er und die meisten anderen Mondspezialisten dachten damals, diese hellen Ebenen zwischen den Kratern seien vulkanischen Ursprungs. Man hielt sie entweder für erstarrte Lavaströme – wenn auch mit anderer chemischer Zusammensetzung als der dunkle Basalt des Mare – oder für mächtige Aschedepots.

Auch heute nehmen nur wenige Beobachter Notiz von den Cayley Plains, die in unserer Lunar Top 100 Platz 50 belegen. Das liegt an den auffälligen Ariadaeus-, Hyginus- und Triesnecker-Rillen, die die Gegend durchschneiden und alle Aufmerksamkeit auf sich ziehen. In den Ebenen gibt es in der Tat wenig zu entdecken. Die Cayley Plains werden von niedrigen Bergketten durchzogen, sind weniger flach und weisen mehr kleine Einschlagkrater auf als typische Mare-Regionen.

Nicht Mare, nicht Hochland

Wenn Sie den Mond im Streiflicht betrachten, also um das erste oder letzte Viertel herum, können Sie erkennen, dass der Westrand des Mare Tranquillitatis die Cayley Plains überwölbt. Das bedeutet, die Tranquillitatis-Lava ist jünger. Und wenn die Sonne über diesen Gegenden im Zenit steht, also um Vollmond herum, kann man ganz klar sehen, dass die Plains heller als das Mare sind, wenn auch nicht so reflexionsstark wie das nahe gelegene Hochland. Weil jene Ebenen weder dem Mare noch dem Hochland ähneln, dachte man lange Zeit, sie seien im Zuge vulkanischer Aktivitäten entstanden.



GARY SERONIK

Lunar Top 100 (AH 7-8/2004, S. 54)

50 **Cayley Plains:** helle, flache Ebenen ungewisser Herkunft

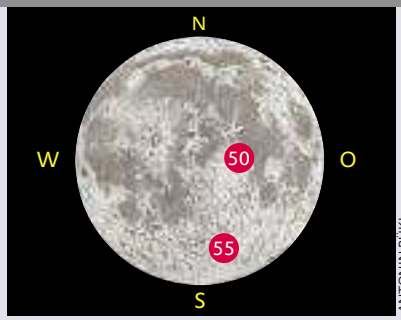
55 **Baco:** ungewöhnlich flacher Kraterboden und umgebende Ebenen

Die Böden von Baco, Cuvier und Manzinus sind glatt und weisen weniger Einschläge auf als ihre Nachbarkrater.

An vielen Stellen auf dem Mond findet man ähnliche Flachländer, zum Beispiel den Apollo-16-Landeplatz in der Nähe des Kraters Descartes. Die Astronauten nahmen damals an, sie würden bei ihrer Landung vulkanisches Gestein finden. Doch als John Young aus dem Fenster des Mondmoduls »Orion« sah und überall helle Felsen erblickte, vermutete er sofort, dass die Dinge anders lagen. Er sollte Recht behalten. Labortests der Apollo-16-Gesteinsproben bestätigten, dass die Region nahe Descartes aus geschmolzenem Felsmaterial besteht, das bei einem früheren Einschlag zertrümmert und erhitzt wurde.

Mittlerweile stimmen die meisten Mondforscher darin überein, dass es sich bei Mondebenen vom Cayley-Typ um Auswurfmaterial von Einschlagkratern handelt. Dies gilt besonders für das Mare Imbrium: Hier muss das heiße Gestein auf die Mondoberfläche geregnet sein wie ein grober Brei. Das entstandene Terrain ist flach, denn das Material verhielt sich wie eine zähe Flüssigkeit, die zu tiefer liegenden Stellen hinfloss. Die helle Farbtönung rührt daher, dass der größte Teil des Auswurfmaterials aus hellem Hochlandgestein besteht.

So finden Sie die Cayley Plains und Baco



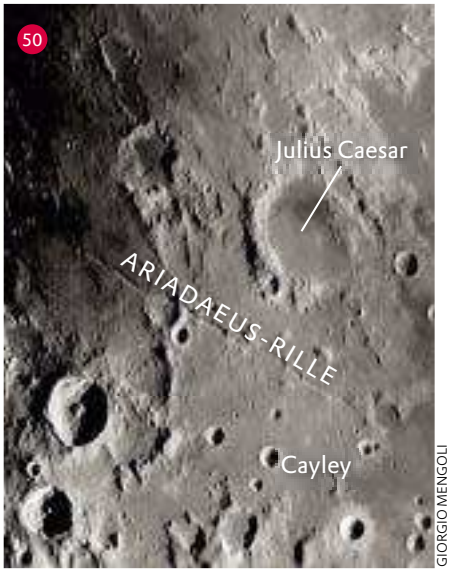
Günstige Beobachtungszeiten für die Cayley Plains: morgens 19. 4. und 18. 5.; für Baco: morgens 18. 4. und 17. 5. 2006

Die glatten, flachen Regionen rings um den Krater Cayley, die sich nach Norden entlang dem westlichen Rand des verformten Kraters Julius Caesar hinziehen, wurden vom Mondforscher Don Wilhelms Cayley Plains getauft.

Viel größer als die Cayley Plains sind die eintönigen Flachländer zwischen den Einschlagkratern des südlichen Hochlands. Betrachten Sie zum Beispiel die Region zwischen den Kratern Cuvier, Baco (L55) und Manzinus (siehe Foto links). Die Ebenen dort sind wirklich erstaunlich flach, besonders wenn man sie mit dem raueren Terrain weiter nördlich zwischen Ptolemaeus und Mare Nectaris vergleicht.

Auch diese Gebiete könnten aus flüssigem Auswurfmaterial entstanden sein, wie man dies bei den Cayley Plains annimmt. Wenn Sie die Ebenen sehr sorgfältig im Streiflicht mustern, werden Sie feststellen, dass sie nicht völlig glatt sind – sie weisen oft eine leicht raue Oberflächenstruktur auf, mit Hügelchen und Kratergruben.

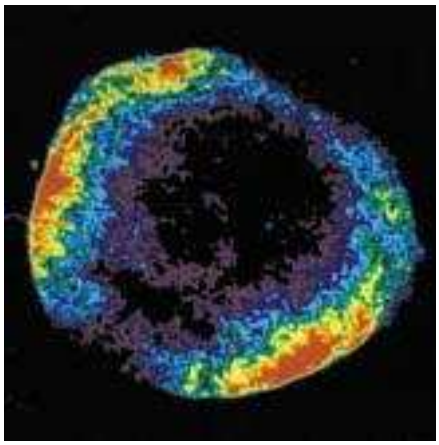
Betrachten Sie jetzt die Krater Baco, Cuvier und Manzinus auf dem Bild. Sie werden vielleicht bemerken, dass deren

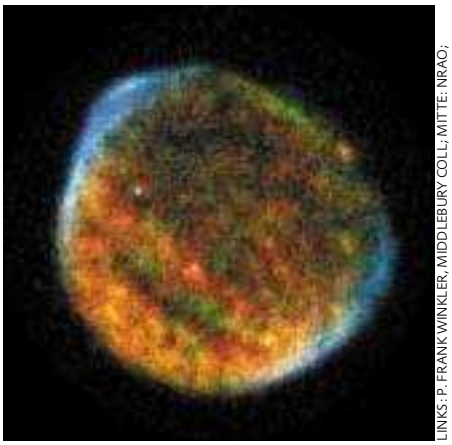


Boden ebenmäßiger ist und weniger kleine Einschläge aufweist als die Umgebung. Wenn die Ebene (Foto links) zwischen diesen Kratern tatsächlich von Auswurfmaterial gebildet worden ist, dann sollte dieses auch die Krater gefüllt haben. Folglich müssten Krater und Ebene ähnlich aussehen.

Doch dem ist nicht so. Es scheint, als habe irgendein Prozess die Kraterböden verändert – und zwar, nachdem sie mit Auswurfmaterial bedeckt wurden. Existierte in einigen dieser Krater eine unbekannte Form von Hochlandvulkanismus? Das klingt unwahrscheinlich, aber eine bessere Erklärung habe ich nicht. <<

Charles A. Wood erkundet den Mond schon seit Langem. Er hat sich als Buchautor auf diesem Gebiet einen Namen gemacht.





LINKS: P. FRANKWINKLER, MIDDLEBURY COLL.; MITTE: NRAO; RECHTS: RICHARD G. WEST, U. LEICESTER

Zu Gast vor tausend Jahren

Obwohl sie äußerst spektakulär war, liegen kaum europäische Berichte über die Supernova von 1006 vor. **>> Christian Pinter**

Tausend Jahre lang gleißte wohl kein derart heller Stern mehr am Firmament: Am 1. Mai 1006 erschien ein bis dahin unbekanntes Leuchtfeuer im Sternbild Wolf, tief unterhalb der uns besser vertrauten Waage (Karte rechte Seite). Bald machte es selbst die Planeten Saturn, Jupiter, Mars und Venus zu bloßen Statisten des Frühlingshimmels. Bei einem Spitzenwert von mindestens –7,5ter Größe auf der astronomischen Helligkeitsskala wetteiferte der Neuling mit dem Glanz des jungen Monds. Menschen warfen Schatten, als schiene eine Kerze in knapp zwanzig Metern Abstand. Direkt über dem Horizont gelegen hüllte sich der seltsame Gast in blutiges Rot. Er funkelte wild, als wäre er eine Kerzenflamme im Wind. Vielleicht huschten Schattengebilde über die Landschaft: Die unvertraut helle, punktförmige Lichtquelle projizierte Luftschlieren auf den Boden.

Heute wissen wir: Die Menschen des frühen 11. Jahrhunderts wurden Zeugen einer Supernova-Explosion. Aus 7000 Lichtjahren Entfernung erlebten sie das Ende eines Weißen Zwergs, des traurigen Rests eines ausgebrannten Sterns. Solch eine Sternleiche vereint rund eine Sonnenmasse in sich, zusammengequetscht auf eine Kugel von Erdgröße. In sehr engen Sternpaaren strömt Wasserstoff aus der Hülle der Partnersonne auf den Gnom. Dabei kann sich dieser dem gefährlichen Chandrasekhar-Limit nähern: Überschreitet der Zwerg die 1,4-Sonnenmassen-Grenze, zündet sein Kohlenstoff schlagartig. Die Kernfusion erfasst den gesamten Himmelskörper, er wird zerrissen. Die Leuchtkraft einer derartigen Typ-Ia-Supernova (siehe AH 4/2003, S. 28) ist enorm. Wenige Monate lang strahlt sie so hell wie einige Milliarden Sonnen zusammen.

Unser Wissen über die Supernova von 1006 stammt vor allem aus arabischen Quellen, aus China und Japan. Chinesische Kaiser wähnten sich in enger Verbindung zum Kosmos, betrachteten ihn als Hort ständiger Wandlungen. Hofastronomen warnten vor »gefährlichen« Veränderungen. Im Schein des Gaststerns von 1006 hätte man Gegenstände klar erkennen können, notierten sie. In chinesischen und arabischen Quellen wird sein Glanz sogar mit dem des Halbmonds verglichen.

Zeichen und Wunder

Die Klosterbibliothek von St. Gallen in der Schweiz zählt zu den ältesten der Welt. Sie beherbergt eine einzigartige Sammlung mittelalterlicher Handschriften. Hier fand man auch einen Bericht über den Stern von 1006. Drei Monate lang sei er im äußersten Süden sichtbar gewesen, tiefer als alle Sternbilder des Himmels. Tatsächlich kam das neue Gestirn – es stand unweit des Sterns Beta Lupi (β Lup) – in St. Gallen nur fünf Grad über den Horizont. Über Benevento, fünfzig Kilometer nordöstlich von Neapel, kletterte es doppelt so hoch. Auch dort hielt man die Erscheinung fest. Doch warum existieren nur so wenige Berichte?

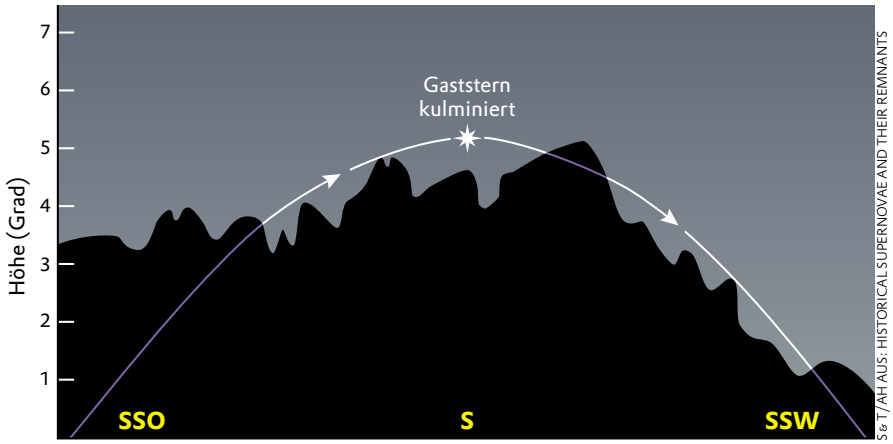
1493 erschien die berühmte »Weltchronik« des Arztes und Historikers Hartmann Schedel. Für das 11. Jahrhundert beschreibt er etliche Wunderzeichen am Himmel und auf Erden. Dort lesen wir: »Im dritten Jahr Kaiser Heinrichs erschiene ein scheußlicher Komet, hin und her Flammen um sich streuend.« Heinrich II. wurde 1002 König und erst 1014 Kaiser. Auf den ersten Blick handelt es sich hier also um eine spätere Himmelserscheinung. Doch der Nürnberger meinte fälschlich, Heinrich sei im »Jahr der Menschwerdung Christi tausend und drei« zum Kaiser erkoren worden. Somit rückt der »scheußliche Komet« an den Supernovatermin heran. Bezieht sich Schedel also auf dieses Ereignis? Lag ihm eine weitere, heute verschollene Quelle vor? Die Bezeichnung Komet dürfen wir nicht wörtlich nehmen. Johannes Krabbe behandelte sogar noch die Supernova von 1604 als Schweifstern.

Dreimal Supernova 1006

Das erste Bild zeigt ihren Überrest PKS 1459-41 als Differenzbild vom optischen und H-Alpha, daneben zwei Falschfarbenbilder seiner Radio- (Mitte) und Röntgenstrahlung (rechts).

Alpengipfel bei St. Gallen

verrieten den Forschern, dass die Supernova eine Deklination von nördlicher als –38 Grad gehabt haben muss, da sie vom Kloster aus sichtbar war.



S&T/AH AUS: HISTORICAL SUPERNOVAE AND THEIR REMNANTS

In der Antike wurden Kometen, weil stets nur kurz zu sehen, nicht der Fixsternsphäre zugeordnet. Man hielt sie für Ausdünstungen der Erde. Kometen sollten wolkengleich durch die Luft schweben. Im Reich der Gestirne hatte Kurzlebiges und Veränderliches nichts verloren. Die Himmelskörper bestanden nämlich aus einem erhabenen fünften und auf Erden völlig fremden Element. Griechen nannten es »pempte ousia«. Die lateinische Bezeichnung »quinta essentia« klingt in unserem Wort Quintessenz (das Eigentliche, das Wesenhafte) nach.

Zunächst übernahmen islamische Astronomen antike Vorstellungen. Deren Aufzeichnungen schweigen über jene Gaststerne, die 1054 im Stier und 1181 in der Cassiopeia aufleuchteten. Auch europäische Klosterchroniken ignorieren die beiden Erscheinungen. Und das, obwohl die Supernova von 1054 fast Venus-Helligkeit erreichte; chinesische Gelehrte sahen sie am Taghimmel.

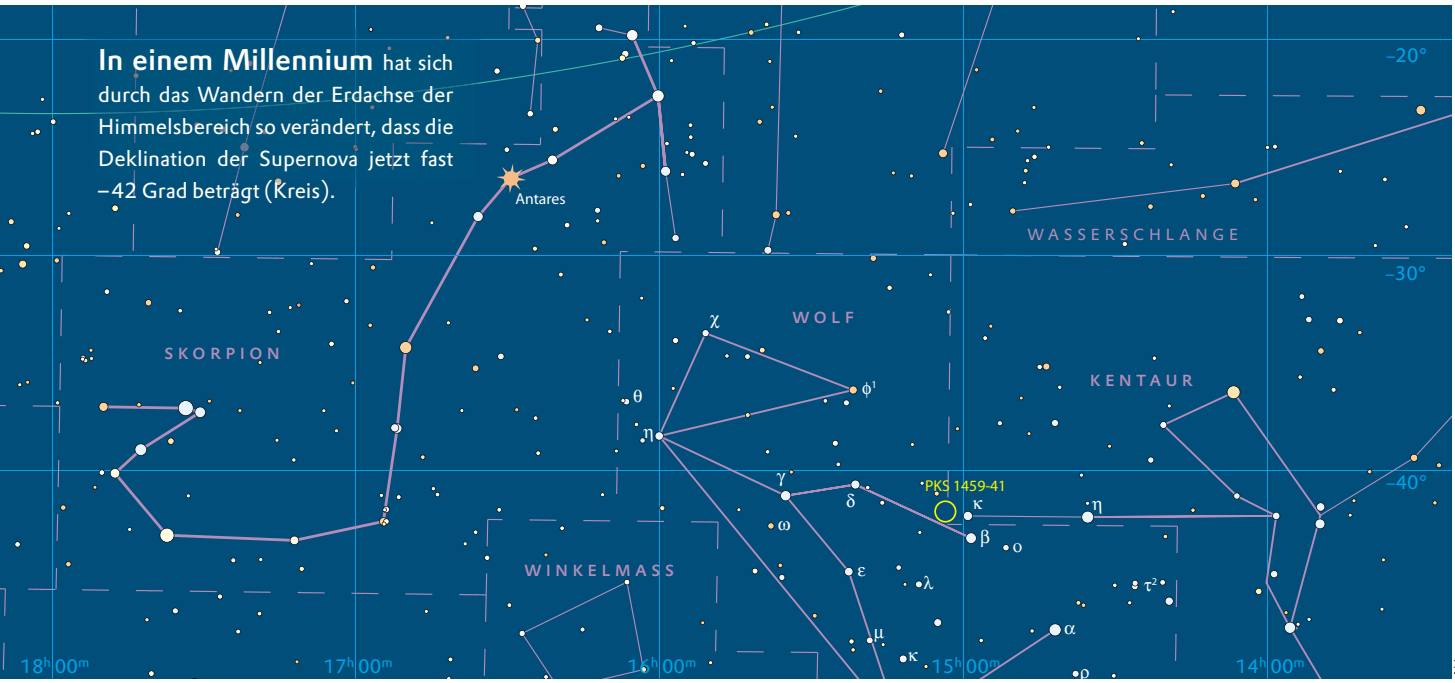
Bei uns fand die Himmelsbeobachtung damals vor allem in den Klöstern statt. Astronomie hatte der Kirche zu dienen. Mönche leiteten die Uhrzeit aus dem Sichtbarwerden vertrauter Sterne ab, legten so die Stunde nächtlicher Gebete fest. Außerdem bestimmte man mancherorts den Beginn der Jahreszeiten.

Im Dienst der Kirche

Schließlich sollte der Ostersonntag ja auf den ersten Frühlingsvollmond folgen. Auch hier spielte das Kloster St. Gallen einst eine wichtige Rolle. Der Sternhimmel war aber höchstens als Teil der göttlichen Schöpfung interessant; um seiner selbst Willen erforschte man ihn noch nicht. Das einschlägige Wissen der Mönche wird wohl recht bescheiden gewesen sein.

Natürlich sahen Millionen Menschen die Supernova von 1006. Nur wenige waren jedoch in der Lage, den Eindruck festzuhalten. Viele Aufzeichnungen dürften später wieder verloren gegangen sein. Erst die Sternexplosionen der Jahre 1572 und 1604 in der Cassiopeia und im Schlangenträger fanden gebührenden Eingang in Europas Literatur. Diese beiden Himmelsgäste wurden geradezu akribisch studiert – von genialen Astronomen wie Tycho Brahe oder Johannes Kepler (AH 10/2004, S. 38). <<

Christian Pinter ist promovierter Politologe, Publizist und Kommunikationswissenschaftler. Er lebt als freier Journalist in Wien und schreibt seit 15 Jahren über Themen aus Astronomie und Raumfahrt.



AH

Arbeiten auf dem Olymp der Astronomie

Dieter Nürnberger ist Betriebsastronom der Europäischen Südsternwarte in Chile. Er hilft den Astronomen von Europas Universitäten bei ihren Beobachtungen. **>> Thomas Müller**

Das tägliche Ritual hat seine romantischen Aspekte, denn die einzigartige Lage des Observatoriums auf dem Cerro Paranal garantiert 350 prachtvolle Sonnenuntergänge im Jahr. Entscheidend sind jedoch die praktischen: »Der Sonnenuntergang ist ein guter Indikator für die Sichtverhältnisse in der bevorstehenden Nacht«, sagt Dieter Nürnberger (37), der in seinen dreieinhalb Jahren auf dem Paranal über dreihundertmal die Sonne untergehen sah. Seit April ist er Betriebsastronom der Europäischen Südsternwarte (Eso) und treibt seine eigenen Forschungen und vor allem die anderer Astronomen voran.

Mit dem Sonnenuntergang beginnt die Nachtschicht. Die kleine Gruppe verteilt sich auf die »Cockpits« im Kontrollzentrum, von wo aus die vier Paranal-Teleskope gesteuert werden. Immer häufiger entscheiden sich die Forscher für den so genannten Servicemodus. Das heißt, sie sind nicht vor Ort anwesend, sondern lassen die Crew auf dem Paranal die Beobachtung ausführen.

Betriebsastronomen wie Dieter Nürnberger und ein Teleskopoperator sorgen dafür, dass das Fernrohr die richtigen Objekte ins Visier nimmt. 21 Betriebsastronomen und fünf Betriebsastronominnen schieben Dienst auf dem Paranal, dazu gesellen sich zwölf männliche und vier weibliche Nachwuchskräfte, die eines der begehrten Eso-Fellowships ergattert haben. Nach einer Einarbeitungszeit werden auch sie die Aufgaben eines Betriebsastronomen übernehmen können.

Der Servicemodus hat viele Vorteile. Die Astronomen an ihren Instituten in Europa bewahrt er vor der beschwerlichen Reise nach Chile, während die Betriebsastronomen auf dem Paranal ihre gewünschten Beobachtungen genau dann durchführen können, wenn die Bedingungen wirklich ideal sind. Für Messungen im Infrarotbereich etwa ist eine niedrige Luftfeuchtigkeit zwingend, da Wasserdampf das Infrarotlicht schluckt. Wie und unter welchen Bedingungen die Objekte beobachtet werden sollen oder können, beschreiben die daheim gebliebenen Astronomen in den peinlich genau ausgeführten »Observing Blocks«.

In einer Nacht könne typischerweise eine Hand voll Beobachtungen abgearbeitet werden, sagt Nürnberger. Nicht immer laufe alles wie am Schnürchen. Ab und zu komme es vor, dass ein Objekt nicht die Helligkeit aufweist, die es für ein bestimmtes Instrument bräuchte, oder die Koordinaten stimmen trotz der vielen Vorabtests nicht. »Dann können wir für die Fehlersuche nur wenige Minuten aufwenden, für mehr ist die Teleskopzeit viel zu kostbar«, sagt Nürnberger. Ist das der Fall, kommt eben der nächste »Observing Block« an die Reihe.

Sobald die Sonne aufgeht, neigt sich die Nachtschicht der Crews im Kontrollraum ihrem Ende zu. In einem Logbuch wird für die Kollegen von der Tagschicht vermerkt, was in der Nacht gelaufen ist oder welche Probleme es gab. In der Morgendämmerung fahren Dieter Nürnberger und seine Kollegen hinunter, um zu frühstücken.

Wohnen wie im Kloster

Die Kantine befindet sich im einzigen, nicht weiß gestrichenen, sondern in Atacamastein gekleideten Gebäude auf dem Paranal: der Residencia. Das von Münchner Architekten elegant in den Berg eingefügte Gebäude erinnert von der Seite betrachtet an ein Kloster. Auf vier Stockwerken reiht sich ein Fensterchen an das andere. In kleinen Zellen wohnen das Personal des Very Large Telescope (VLT), die Betriebsastronomen, die besuchenden Astronomen und andere Gäste. In der Lobby, die mit einer Kuppel aus Glas überdacht ist, überrascht die Gäste ein kleiner tropischer Wald, in dem ab und zu ein Vogel zwitschert.

Spätestens um acht Uhr morgens legt sich Dieter Nürnberger für mindestens sieben Stunden schlafen. »Schlaf gehört zu dem Wichtigsten hier auf dem Berg«, sagt er. Die Höhe und die langen Arbeitstage und -nächte zehren an der Konzentration. Er teilt das Zimmer abwechselnd mit einem Kollegen, was eine gewisse Privatsphäre ermöglicht, doch wirklich daheim fühlt sich Nürnberger hier nicht. Wie alle Betriebsastronomen wohnt er in Santiago, der Hauptstadt von Chile. Hier >

STEPHAN HABERTHÜR

THOMAS MÜLLER

THOMAS MÜLLER

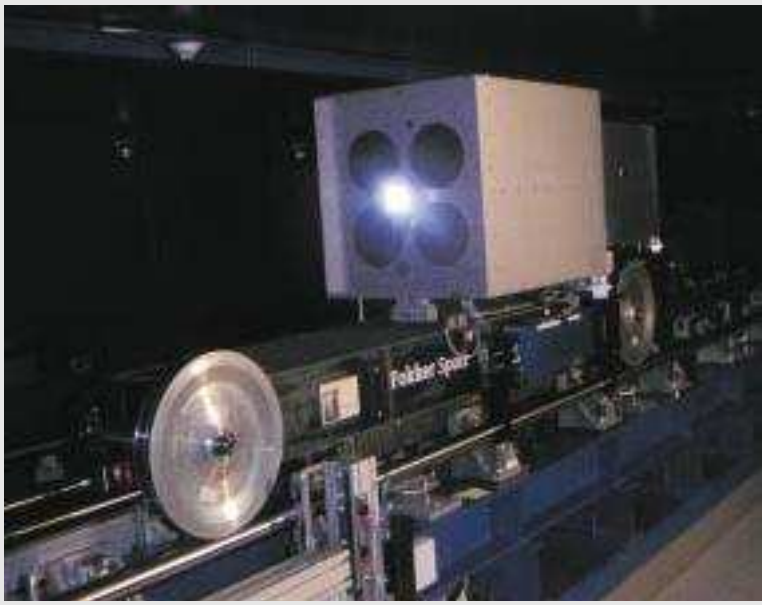
In der kargen Wüste am Cerro Paranal leben und arbeiten rund 150 Menschen. Von der Residencia aus haben sie stets das VLT auf dem Berggipfel im Blick (oben). Hier sind vier Teleskope im Einsatz (Mitte): Im Hintergrund das noch nicht fertig gestellte VLT Service Telescope (VST), vorne stehen zwei VLTI-Hilfsteleskope. Betriebsastronom Dieter Nürnberger kümmert sich im Kontrollraum um die Steuerung der Geräte (unten).

Astronomie in die Schulen!

wissenschaft in die schulen!

Mit Unterstützung der Klaus Tschira Stiftung haben wir unser Projekt »Wissenschaft in die Schulen!« (WiS!) begonnen. Zu ausgewählten Artikeln in ASTRONOMIE HEUTE und STERNE UND WELTRAUM bieten wir im Internet weiterführende Materialien für Lehrer und Schüler. Als Ergänzung zu diesem Beitrag finden Sie bei WiS! unter anderem, wie und warum der Luftdruck in höheren Luftschichten abnimmt. Zudem diskutieren wir die Auswirkungen von Höhe und Trockenheit auf den menschlichen Körper sowie die Belastungen durch die Verschiebung des Tag- und Nachtrhythmus.

www.wissenschaft-schulen.de



BEIDE FOTOS: THOMAS MÜLLER

Nach Sonnenuntergang beginnt die Arbeit. Eines der VLTI-Hilfsteleskope ist bereits geöffnet (links). Mit dem »Lichtrangierwagen« werden die Lichtwege der verschiedenen Teleskope auf wenige Nanometer genau aufeinander abgestimmt.

> steht auch das chilenische Hauptquartier der Europäischen Südsternwarte, in der rund sechzig Astronomen und Astronominnen ihren eigenen Forschungen nachgehen und weltweite Kontakte pflegen.

First Class Service

Ein Turnus auf dem Paranal dauert typischerweise acht Arbeitstage, an die sich sechs freie Tage anschließen. Doch meist ist dieser Ablauf nur Theorie. »Spätestens nach zwei Tagen sind alle wieder im Büro«, sagt Nürnberger. Denn ihre berufliche Karriere hängt von ihren wissenschaftlichen Publikationen ab, nicht von der Anzahl der Beobachtungsobjekte, die sie als Betriebsastronomen für andere anpeilen. Nur etwa ein Drittel seiner Arbeitszeit verbringt Nürnberger deshalb »auf dem Berg«, den Rest der Zeit forscht er in Santiago oder besucht wissenschaftliche Konferenzen.

Nürnberger, der an der Universität Würzburg und in Grenoble Physik und Astronomie studiert hat, ist Spezialist für junge Riesensterne mit bis zu hundert Sonnenmassen. Als Rock-'n'-Roll-Sterne könnte man sie bezeichnen, denn sie leben schnell und sterben jung. Sie verlöschen nicht, wie unsere Sonne, erst nach zehn Milliarden, sondern bereits nach einigen Millionen Jahren. Nürnberger interessiert sich dafür, wie diese Riesen entstehen: aus einer gewaltigen Akkretionsscheibe oder nach dem Verschmelzen mehrerer Jungsterne? Diese Frage lässt sich am besten beantworten, wenn die Sterne kurz vor der Zündung der Kernfusion ertappt werden, wenn sie als noch relativ kühle Gaswolken in den Sternentstehungsregionen des Milchstraßensystems wabern.

Am besten eignet sich dazu die adaptive Optik des Yepun-Teleskops, die es unter anderem erlaubt, Objekte mit stark unterschiedlichen Helligkeiten zu trennen. Dabei entdeckte Nürnberger zusammen mit Kollegen der Universität Bochum im 17000 Lichtjahre entfernten Omeganebel (M17) die größte bislang beobachtete Akkretionsscheibe. Er wertet dies als schwer wiegendes Indiz für die Theorie, dass sich junge Riesensterne wie die sonnenähnlichen Sterne aus einer Akkretionsscheibe bilden.

Während die Nachtastronomen in ihren verdunkelten Kammern schlafen, arbeiten die Kollegen vom Tagdienst die Daten der vorangegangenen Nacht auf. Sie kalibrieren diese, prüfen deren Qualität und sorgen dafür, dass sie an die richtige Adresse gelangen. Vor Ort beobachtende Astronomen werden ihre Daten bereits mittags auf DVD gebrannt und in ein Paket verpackt an der Rezeption des Hotels abholen und gleich mit nach Hause nehmen können. »Das VLT ist, auch was den Service anbelangt, das beste Observatorium der Welt«, lobt etwa Exoplaneten-Forscher Markus Mugrauer von der Universität Jena, der schon einige Male mit dem VLT, aber auch mit dem Keck-Observatorium auf Hawaii beobachtet hat – dem größten Konkurrenten.

Hektisch kann es mitunter werden, wenn tagsüber Instrumente repariert werden müssen, die in der Nacht ausgefallen sind. Dann arbeiten die Eso-Astronomen und Techniker mit Hochdruck an der Behebung des Fehlers, vor allem wenn das betroffene Instrument in der kommenden Nacht von einem besuchenden Astronomen vor Ort verwendet werden soll. Die Deadline für die Reparatur ist dann klar: der Sonnenuntergang.

Beinahe abstinent

Eine weitere Aufgabe der Tagschicht ist »Astronomen babysitten«. Meistens handelt es sich dabei um junge Kollegen, die ihre Beobachtungen selbst vor Ort durchführen. Und oft beobachten sie zum ersten Mal auf dem Paranal. In der Regel reisen sie zwei Tage vor der Beobachtungsnacht an und lassen sich von den am Tag Dienst tuenden Betriebsastronomen in die Teleskope und Instrumente einführen.

Um vier Uhr nachmittags steht Dieter Nürnberger wieder auf. Die frühen Abendstunden sind die einzigen, in denen die Nachtastronomen auf dem Paranal so etwas wie Freizeit genießen können. Der Swimming-Pool in der Lobby lädt zum Baden, für Ausfahrten in die Marslandschaft der Umgebung stehen

Mountainbikes bereit, in der Sporthalle kann man Tennis, Fußball oder Volleyball spielen. Eher an die Tagschichtler richtet sich der Paranal-Filmclub, der abendliche Kinoprogramme organisiert.

Wer sich zum Abendessen einen edlen chilenischen Wein oder eines der schmackhaften regionalen Biere gönnen will, wird jedoch enttäuscht. Auch in dieser Hinsicht ist der Paranal trocken. Die dünne Höhenluft, empfindliche Instrumente, Nachtarbeit und die hohen Anforderungen an die Konzentration vertragen sich schlecht mit Alkohol. »Natürlich gibt es keine Razzien oder Zimmerdurchsuchungen«, sagt Dieter Nürnberger, »aber bei der Arbeit gilt in Bezug auf Alkohol: null Toleranz.« Nur einmal im Monat, wenn sämtliche Geburtstage auf dem Paranal kollektiv abgefeiert werden, gibt es Bier oder Direktor Jason Spyromilio kredenzt das peruanische Nationalgetränk Pisco Sour aus Weinbrand, Limetten, Zucker und geschlagenem Eiweiß.

Nach Anbruch der fast immer sternenklaren Nacht fahren die Crews auf einer asphaltierten Straße zur Akropolis der Astronomie hoch, allerdings nur mit sehr geringer Geschwindigkeit. Denn weil jetzt absolutes Beleuchtungsverbot herrscht, weisen lediglich kleine, nur horizontal abstrahlende Leuchtmarkierungen den Weg.

In dieser Nacht stehen Dieter Nürnberger und ein Teleskopoperateur ganz im Dienst eines »Visiting Astronomers«. Ein Vorteil des Besuchsmodus besteht darin, dass das Team auf eventuelle Fehler, etwa falsche Koordinaten oder unterschätzte Helligkeiten von Objekten, besser und rasch reagieren kann. Pech hat der besuchende Astronom hingegen, wenn er im infraroten Bereich beobachten will und just eine der seltenen Nächte erwischt, in denen die Luftfeuchtigkeit über die üblichen fünf bis zehn Prozent steigt. Dann muss er seine Beobachtung bei suboptimalen Bedingungen durchführen.

Im Besuchsmodus kann es schon vorkommen, dass wissenschaftliche Konkurrenten zur friedlichen Zusammenarbeit gezwungen werden. Der Eso-Astronom Gaël Chauvin hatte zum Beispiel eine Nacht lang den Jenaer Astronomen Markus Mugrauer zu betreuen, der nach Exoplaneten in Doppel- oder Mehrfachsternsystemen sucht. Chauvins und Mugrauers Gruppen sind Konkurrenten im Wettrennen um die erste direkte Abbildung eines Exoplaneten. Für Chauvin ist das kein Problem: »Unsere Aufgabe ist es, den besuchenden Astronomen zu helfen, das Beste aus den Instrumenten herauszuholen«, umschreibt er nüchtern seine Aufgabe.

Eso-Astronomen und -astronominnen unterstehen einer Art Betriebsgeheimnis. Erkenntnisse und Ergebnisse ihrer Kunden dürfen sie nicht weitererzählen und schon gar nicht für ihre eigene Arbeit verwenden. Sie haben nicht einmal Anspruch darauf, bei den wissenschaftlichen Arbeiten über die von ihnen begleiteten Beobachtungen als Autor genannt zu werden.

Kleiner Vorteil für die Chilenen

Frustierend ist die Aufgabe deshalb jedoch nicht. In der einen Nacht vermessen sie die Umgebung von Schwarzen Löchern, in der nächsten jagen sie Exoplaneten und in der dritten verfolgen sie Asteroiden. Nürnberger gefällt diese Abwechslung: »Als Astronom an einer Universität beschäftigt man sich in der Regel mit einem einzigen Forschungsgebiet. Wir Betriebsastronomen bekommen das ganze Spektrum mit, das ist spannend.« Diese Vielseitigkeit, gepaart mit der profunden Kenntnis der Instrumente auf dem Paranal, macht Eso-Astronomen zu beliebten Partnern. Nürnberger etwa ist Spezialist für Beobachtungen im Infrarotlicht und arbeitet in entsprechenden Kooperationen.

Wer jedoch denkt, die Astronomen der Europäischen Südsternwarte hätten gegenüber ihren Kollegen und Kolleginnen an den Universitäten irgendwelche Wettbewerbsvorteile, täuscht sich. »Wir müssen genauso um die Beobachtungszeit kämpfen wie alle anderen auch«, erklärt Nürnberger. Und die ist notorisch knapp. Für alle beantragten Projekte müssten die Nächte fünfmal so lang dauern. Lediglich Chiles Astronomen profitieren von einer Garantie auf zehn Prozent der Beobachtungszeit. Die Astronomen aus den anderen der derzeit elf Mitgliedsstaaten der Eso bekommen ihre Zeit einzig nach Maßgabe der wissenschaftlichen Qualität ihrer Forschungsanträge zugeteilt.

Dieter Nürnberger zieht es nicht nach Deutschland zurück. »Ich kann mir eine berufliche Zukunft in Chile vorstellen«, sagt der 37-jährige Junggeselle. Er denkt dabei an das Alma-Projekt, das die Eso ebenfalls in der Atacama-Wüste auf über 5000 Meter Höhe plant. Mit 64 Radio-Teleskopen will die Europäische Südsternwarte gemeinsam mit nordamerikanischen und japanischen Partnern das kalte Universum ausspähen. Also Orte, wo Galaxien, Sterne und Planeten geboren werden. Einsamkeit will dabei nicht aufkommen. »Wahre Freundschaften halten 12000 Kilometer Distanz stand«, ist Nürnberger überzeugt. <<

Thomas Müller ist freier Wissenschaftsjournalist in Basel. Für seine Reportage hat er den Cerro Paranal mit dem Fahrrad erklommen.

Infrastruktur im Nirgendwo

Die dünne und staubtrockene Luft ist die einzige Ressource, die in der marsähnlichen Atacamawüste Chiles auf 2500 Meter über dem Meeresspiegel nicht zur Verfügung gestellt werden muss.

Alles andere muss aus dem rund 120 Kilometer entfernten Antofagasta, der zweitgrößten Stadt Chiles, herangekarrt werden. So mühen sich an sechs Tagen in der Woche drei Tankwagen mit Trinkwasser die steilen Schotterpisten hoch und wieder herunter.

Andere Lastwagen bringen Lebensmittel und andere Dinge des täglichen Bedarfs. Busse sorgen für den Transport des Personals und der Wissenschaftler. Alles in allem fahren so wöchentlich mindestens 35 schwere Fahrzeuge zum VLT, um die 140 bis 150 Menschen in der an eine Raumstation erinnernden Siedlung zu versorgen.

Das Abwasser wird vor Ort gereinigt und für die Bewässerung der Tropenhalle im Hotel und des spärlichen Pflanzenwuchses auf der Anlage verwendet. Der Abfall wird dreimal wöchentlich nach Antofagasta entsorgt.

Die Elektrizität – der Tagesverbrauch entspricht etwa dem Verbrauch eines europäischen Durchschnittshaushalts in vier Monaten – wird vor Ort von drei Dieselgeneratoren erzeugt. Jährlich kostet der Erhalt dieser Infrastruktur über dreißig Millionen Euro, die Löhne nicht mitgerechnet.

Die Psychologie der Außerirdischen

Auch früher machten sich Menschen schon Gedanken darüber, wie andere Zivilisationen wohl leben. **>> Rudolf Kippenhahn**

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Dritter Theil.

Anhang.
Von den Bewohnern der Gestirne.

Weil ich dafür halte, daß es den Charakter der Weltweisheit entehren hieße, wenn man sich ihrer gebrauchet, mit einer Art von Leichtsinn freie Ausschweifungen des Witzes, mit einiger Scheinbarkeit, zu behaupten, wenn man sich gleich erklären wollte, daß es nur geschähe, um zu belustigen; so werde ich in gegenwärtigem Versuche keine an-

Das Licht aus dem Weltall verrät uns, dass, so weit wir blicken können, die gleichen Atome den gleichen Naturgesetzen gehorchen wie bei uns auf der Erde. Also gilt die irdische Physik im ganzen Weltall oder mit einer modischen Vorsilbe ausgedrückt: irdische Physik ist gleich Exophysik. Das ahnte schon der Philosoph Immanuel Kant als er im Jahr 1755 nur mit dem Wissen über die Mechanik und den einfachsten Vorstellungen über Wärme versuchte, die Eigenschaften der Bewohner fremder Planeten vorherzusagen. Er kam zu dem Schluss, dass die Entfernung eines Planeten von seiner Sonne die Art des Lebens, das dort existieren kann, wesentlich bestimmt. Lebewesen auf sonnennahen Planeten hielt er für primitiv, aus dichter Materie gebaut, nahezu ohne Flüssigkeit und wenig beweglich, während die Bewohner von Jupiter und Saturn aus leicht flüchtiger Materie bestehen und deshalb auch feinsinniger sein müssten, da »der Mensch … vermittelst des Körpers in seiner Seele erreget« wird. Die Körper der Bewohner anderer Planeten, so folgerte Kant weiter, bestehen aus anderen Bausteinen, also haben sie dort auch andere Seelen.

Biologie im All

Damals wusste man noch nicht, dass alle Stoffe, aus denen die Materie bei uns zusammengesetzt ist, zu gleichen Anteilen auch in den fernsten Winkeln des Weltalls zu finden sind. Da die Eigenschaften der Atome auch die Abläufe der chemischen

Der deutsche Philosoph Immanuel Kant (1724–1804) und ein Auszug aus seinem Werk »Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels«

Reaktionen bestimmen, folgt automatisch: Exochemie ist gleich irdische Chemie.

Biologische Vorgänge werden durch physikalische und chemische Prozesse bestimmt. Also liegt die Vermutung nahe, dass biologische Vorgänge auch dort draußen nicht viel anders ablaufen als auf der Erde. Auf anderen Planeten strahlt deren Sonne stärker oder schwächer, sie haben eine dichtere oder eine dünnere oder gar keine Atmosphäre. Aber Leben ist anpassungsfähig. Einfache Organismen können Lebensräume in eisiger Kälte und sogar in über hundert Grad Celsius heißem Wasser besiedeln. Auf der Erde hat man selbst in über drei Kilometer Tiefe noch Bakterien gefunden. Diese sind dort großer Hitze, Radioaktivität und einem hohen Druck ausgesetzt. Interessanterweise sind es nicht nur einige wenige Mikroben, die man dort unten antrifft. An einigen Fundstätten sind es über hundert verschiedene Spezies. Gilt also auch: Exobiologie ist gleich irdische Biologie? Die Frage, wie das Leben auf der Erde entstand, können wir nicht beantworten. Begann es überhaupt auf der Erde?

Viele Planeten im Weltall bestehen aus den gleichen Stoffen und diese gehorchen den gleichen physikalischen und chemischen Gesetzen, wie sie auch bei uns gelten. Ohne es sicher zu wissen, wollen wir annehmen, dass sich überall, wo die gleichen Bedingungen wie damals auf der Erde herrschen, früher oder später Leben bildet. Es liegt dann nahe, auch anzunehmen, dass es sich, gar nicht so viel vom irdischen Leben unterscheidet. Musste es sich behaupten wie das Leben bei uns? Wurden die Schwachen von den Stärkeren gefressen? Dann wäre es dort also nicht so viel anders als bei uns. Das verführt dazu, anzunehmen, die Außerirdischen würden sich genau so verhalten wie wir.

Der italienische Physiker Enrico Fermi meint, wenn es intelligentes Leben im Weltall gäbe, müsste sich dieses längst bei uns gemeldet haben. Schließlich gibt es viele alte Sterne mit Planeten. Deren Bewohner, sofern es sie gibt, sollten schon vor langer Zeit Raumfahrt betrieben und uns folglich schon längst einen Besuch abgestattet haben. Da sie bisher nicht bei uns gelandet sind, so folgert Fermi, gibt es sie gar nicht. Dahinter steckt die Annahme, die Psychologie der Aliens sei wie die der Menschen. Halten sie also Raumfahrt auch für sinnvoll und interessieren sie sich wie wir für andere bewohnte Welten?

Als die Physiker Guiseppe Cocconi in Italien und Philip Morrison in Amerika die Suche nach Radiosignalen extraterrestrischer Zivilisationen im Jahr 1959 mit einem kurzen Beitrag in der englischen Zeitschrift »Nature« einläuteten, meinten sie, die Aliens würden auch die Erde beobachten und vermuten, dass wir Wissenschaft betreiben.

Exopsychologie

Sie müssten daher längst versucht haben, Kontakt mit uns aufzunehmen und dafür eine Frequenz verwenden, die den Astrophysikern auf allen Planeten geläufig sein sollte. Der neutrale Wasserstoff, ein wichtiger Bestandteil der interstellaren Materie, verschluckt und sendet Strahlung bei einer Wellenlänge von 21 Zentimetern. Die Außerirdischen wären daher gut beraten, auf genau dieser Frequenz Signale zu senden, da sie erwarten können, dass wir die Milchstraße gezielt danach absuchen. Ähnlich wie Fermi glaubten die beiden Autoren zu wissen, was die Außerirdischen denken und was sie mögen. Auch sie benutzten irdische Psychologie um zu erraten, wie sich die da draußen verhalten.

Vielleicht ist diese Vermutung gar nicht so falsch. Wo immer sich auf einem Planeten Leben entwickelte, es musste sich dort wie bei uns gegen alle Widrigkeiten durchsetzen. Sind uns die anderen deshalb auch psychologisch ähnlich? Ist also Exopsychologie gleich irdische Psychologie? Aber vielleicht ist bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen die Entwicklung der Außerirdischen doch ein wenig anders abgelaufen? Hat bei ihnen Mitleid mit den Artgenossen der Erhaltung der Art gedient oder setzte sich bei ihnen die Rücksichtslosigkeit durch, weil sie der Arterhaltung mehr nützte?

An der Wende zum 20. Jahrhundert erschienen zwei Romane über die Invasion der Marsbewohner auf der Erde. Der deutsche Gymnasialprofessors Kurd Lasswitz beschreibt in »Auf zwei Planeten« die Marsbewohner als friedliche, kluge Leute, die auf ihrem Planeten das Stadium der Kriege längst überwunden hatten. In »Der Krieg der Welten« des englischen Schriftstellers Herbert G. Wells sind sie dagegen grausame Eroberer, die rücksichtslos alles zerstören, was sich ihnen in den Weg stellt. Beide Bücher hatten anfangs großen Erfolg. Doch das mit den friedlichen Marsbewohnern ist längst vergessen. Der Sciencefiction mit den kriegerischen, widerlichen Marsianern lebt in mehreren Hörspielen und Verfilmungen dagegen weiter. Erst im Sommer 2005 kam Steven Spielbergs neue Version in unsere Kinos. Der unteschiedliche Erfolg der beiden Romane lehrt uns etwas über die irdische Psychologie. Hoffentlich ist die Exopsychologie nicht dieselbe. <<

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Der »Krieg der Welten« mit Tom Cruise in der Hauptrolle zog letzten Sommer Millionen Kinobesucher in seinen Bann.

Rudolf Kippenhahn leitete von 1975 bis 1991 das Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching. Seither lebt er als Schriftsteller in Göttingen.

MIT FRDL. GEN. VOM VERKEHRSHAUS DER SCHWEIZ

Sternhimmel mit Schweizer Uhrwerk

Der Star im Verkehrshaus ist der Zeiss-Projektor des Planetariums. Er ist schon ein Veteran und älter als so manches Ausstellungsobjekt im Luzerner Museum.

Die Planetarien der deutschsprachigen Eidgenossen bieten abwechslungsreiche Reisen durch Raum und Zeit.

>> Andreas Scholl

Waren Sie schon einmal in Konstanz am Bodensee? Vielleicht haben Sie dort das berühmte Seenachtsfest besucht und ohne es zu wissen, sind Sie mitten durch das Sonnensystem gewandert. Ganz in der Nähe des Bahnhofs können Sie den Planeten Uranus entdecken, er ist Teil des Planetenwanderwegs. Jeder Meter, den Sie jetzt in Richtung Sonne zurücklegen, entspricht einer Entfernung von einer Million Kilometern. Bereits ein gemütlicher Spaziergang katapultiert Sie in maßstäblich mehrfacher Lichtgeschwindigkeit über die Schweizer Grenze. Wenn Sie an der Erde vorbeikommen, eine kleine Kugel mit nur 13 Millimeter Durchmesser, haben Sie Ihr Ziel schon vor Augen: die Sternwarte Kreuzlingen. Hier befindet sich die Sonne, sie ist Ausgangspunkt von zwei Planetenwanderwegen. Der nördliche führt zur Bodensee-Therme im benachbarten Konstanz und sein südliches Pendant nach Siegershausen.

Private Initiative gefragt

Vor 45 Jahren gründete eine Gruppe von Sternfreunden die Astronomische Vereinigung Kreuzlingen (AVK). Von Anfang an hegten sie den Wunsch nach einer eigenen Sternwarte, der aber erst 1976 in Erfüllung ging. Nach und nach reifte die Entscheidung, zusätzlich auch ein Planetarium zu bauen, und im Sommer 2002 wurde schließlich nach knapp zwei Jahren Bauzeit die Eröffnung gefeiert. 70 Personen finden Platz in der Kuppel und können die Sterne des Zeiss-Projektors (ZKP 3) bewundern.

Als einziges Planetarium am Bodensee gehört es zu den großen Attraktionen der Region und wurde im vergangenen Jahr sogar mit dem Thurgauer Tourismuspreis ausgezeichnet. Dies ist nicht zuletzt den vielen ehrenamtlich tätigen Mitgliedern der AVK zu verdanken, die eine hervorragende Arbeit leisten und den Besuchern mit viel Engagement den Kosmos erklären. Selbst blinden und sehbehinderten Menschen bleibt der Blick ins All nicht verwehrt. Für sie steht ein Tastplanetarium zur Verfügung, das bei Bedarf aufgebaut wird und ihnen die Möglichkeit gibt, unsere kosmische Hei-

mat – im wahrsten Sinn des Wortes – zu »begreifen«.

Ein außergewöhnliches Sterntheater ist jenes in Zürich. Es ist mobil, wobei das an sich noch nicht das Besondere ist. Seine Technik macht es so einzigartig. Es hat nämlich keine Kuppel, sondern eine Leinwand. Sternkino ist in diesem Fall sicher eine passende Beschreibung. Je nach Platzverhältnissen stehen verschiedene Projektionsflächen zur Verfügung, die größte ist zehn Meter breit und sechs Meter hoch.

Planeten in Cinemascope

Der Hauptprojektor steht, von den Zuschauern aus gesehen, hinter der halb durchsichtigen Leinwand und ist für die Darstellung der Himmelsobjekte zuständig. Die Planeten werden dabei nicht nur als kleine Punkte abgebildet: Dank einer speziellen Zoom-Optik ist auch eine Vergrößerung möglich, sodass sie die gesamte Leinwand ausfüllen können. Ein weiterer Projektor, der sich hinter dem Publikum befindet, arbeitet ebenfalls mit Dias und ist für die Horizontpanoramen zuständig. Dies hat den Effekt, dass Planeten und Sterne, wie in der Realität, tatsächlich hinter dem Horizont untergehen.

Die Existenz dieser Einrichtung ist dem Enthusiasmus von Urs Scheifele, dem heutigen Leiter, zu verdanken. Bereits zu Schulzeiten wusste er seine Klassenkameraden für die Astronomie zu begeistern. Er war 14 Jahre alt, als die Idee geboren wurde, ein eigenes Planetarium zu bauen, der er sich von nun an intensiv widmete. Lohn für zigtausende von Arbeitsstunden war unter anderem der Gewinn des Forscherpreises der Stadt Zürich beim Schweizer »Jugend forscht«-Wettbewerb.

Ende 1994 konnten erste öffentliche Vorführungen stattfinden, zwei Jahre später folgte schließlich die offizielle Einweihung. Seither begeben sich die Zürcher Planetarier regelmäßig auf »Tournee« quer durch die Schweiz, zumeist im deutschsprachigen Teil, und bauen ihre Gerätschaften in Schulen, Messezentren und anderen Lokalitäten auf.

Für Furore sorgte die erfolgreiche Millenniumstour im Dezember 1999 und Januar 2000. In Bethlehem und an mehreren Orten in Palästina zeigte das Team sein Programm »Der Stern von Bethlehem«. Die Vorführungen wurden auf Englisch gehalten und von einem arabischen Sprecher simultan übersetzt.

Klein aber fein – so lässt sich das Planetarium in Bern beschreiben. »Weg der Sterne« ist die wörtliche Übersetzung seines Namens: Astrodrom. Als die Abteilung für Lehrerausbildung an der Uni Bern Anfang der 1980er Jahre neue Räume bezog, bot sich die Möglichkeit, dort auch ein kleines Planetarium unterzubringen. Mehr als einen Kuppeldurchmesser von dreieinhalb Metern ließen die Räumlichkeiten jedoch leider nicht zu. Für den selbst gebauten Projektor (Foto S. 62) wurde das simple Prinzip der Lochprojektion gewählt: Eine große Kugel wurde geschwärzt und mit Bohrungen versehen. Die Lampe in der Mitte der Kugel bildet jedes einzelne dieser kleinen Löcher auf einer Stelle der Kuppel ab – als Stern.

Schon seit zwanzig Jahren ist das Astrodrom in Betrieb. Die Zukunft jedoch ist ungewiss, denn sein Leiter, Christoph A. Schwengeler, ist mittlerweile im Ruhestand. Vergangenes Jahr ging es an die neu gegründete Pädagogische Hochschule über. Bleibt nur zu hoffen, dass sich dort jemand findet, der bereit ist, die Betreuung zu übernehmen. Denn es wäre schade, gäbe es dieses Unikat bald nicht mehr.

Etwa eine Autostunde von Bern entfernt liegt, hoch über dem Thuner See, das etwa fünfhundert Einwohner zählende Dorf Schwanden. Hier, auf 1080 Meter Höhe über dem Meeresspiegel, hat sich der Lehrer und Sternfreund Theo Gyger einen Traum erfüllt. Nachdem er viele Jahre lang den Touristen den Sternhimmel erklärt hatte, beschloss er, hier eine eigene Sternwarte mit Planetarium zu bauen (siehe Foto unten) und gründete vor zehn Jahren die Astronomische Vereinigung Berner Oberland AVBeO.

Um sich einen Überblick zu verschaffen, Anregungen zu holen und Erfahrungen auszutauschen, besuchte er rund siebzig Planetarien im gesamten deutschsprachigen Raum. Seine Wahl für die Ausstattung fiel schließlich auf einen gebrauchten Zeiss-Projektor, der zuvor bereits für einige Jahre im sächsischen Schneeberg eingesetzt worden war und dort gute Dienste leistete.

Beeindruckende Ausrüstung

Die Sternwarte verfügt über eines der größten Fernrohre der Schweiz, ein Ritchey-Chrétien-Cassegrain-Teleskop mit 637 Millimeter Spiegeldurchmesser und 4,80 Meter Brennweite. Besonders komfortabel ist auch die Beobachtung unseres Zentralgestirns: Mit Hilfe eines Heliostaten kann das Bild der Sonne direkt in die Planetariumskuppel geleitet und dort betrachtet werden.

Die meisten Schweizer denken sofort an Luzern, wenn sie das Wort Planetarium hören. Das ist nicht verwunderlich, >

MIT FRDL. GEN. VON THEO GYGER

Niesen, das Doldenhorn und die Blümlisalpgruppe im Berner Oberland blicken hinab auf eines der größten Teleskope der Schweiz. Die Sternwarte und das Planetarium in Schwanden laden nicht nur zu einem Blick ins Weltall, sondern auch zu Expeditionen in die Alpen ein.

MIT FRDL. GEN. VON CHRISTOPH A. SCHWENGELER

Schweizer Präzision steckt in diesem selbst gebauten Projektor. Das Gerät ist Hauptakteur des Astrodroms in Bern und kann 1100 Sterne abbilden. Auch die Milchstraße, Sonne, Mond und Planeten, die manuell einstellbar sind, können gezeigt werden.

> denn dort befindet sich, direkt am Vierwaldstätter See gelegen, das größte kosmische Kino der Schweiz. Es ist Teil des Verkehrshauses, des meistbesuchten Museums im Land und sehr beliebtes Ausflugsziel. Zahlreiche Modelle und historische Objekte aus Luft- und Raumfahrt können hier ebenso bestaunt werden wie Ausstellungen zu den Themen Schienen- und Straßenverkehr, Schifffahrt, Post und Kommunikation.

Der Adler ist gelandet …

Seit fast fünfzig Jahren gibt es das Verkehrshaus. Das Planetarium war nicht von Anfang an dabei, doch im Schwange der damals herrschenden Raumfahrteuphorie kam man rasch zu dem Schluss, dem wachsenden Interesse der Bevölkerung mit dem Bau eines Sterntheaters gerecht zu werden. Am 1. Juli 1969, genau zwanzig Tage bevor ein Mensch zum ersten Mal seinen Fuß auf den Mond setzte, öffnete es seine Pforten.

Die größte Veränderung erfuhr es 2001, als fast alles komplett erneuert wurde. Von zweihundert Diaprojektoren blieben nur wenige übrig. Die Darstellung von Bildinhalten an der neuen 18-Meter-Kuppel übernahmen von nun an mehrere Videobeamer. Mit einer solchen Anlage, die es erlaubt, die ganze Kuppel mit Filmsequenzen auszuleuchten, war Luzern Vorreiter in Europa.

Auch die Bestuhlung wurde im Zuge des Umbaus ersetzt und ist weltweit einmalig. Die Sitzreihen sind hier nicht von innen nach außen ansteigend, wie beispielsweise in Hamburg, Nürnberg oder New York. In Luzern ist es genau umgekehrt: Besucher nahe der Kuppelmitte sitzen höher als jene in den hinteren Reihen (siehe Foto S. 60). Die Entscheidung war mutig, schließlich gab es nirgendwo Vergleichsmöglichkeiten, sie hat sich aber als richtig herausgestellt, da so von jedem Platz aus eine gute Rundumsicht herrscht. Nur der Hauptprojektor, ein Zeiss Modell V, versieht seinen Dienst wie am ersten Tag. Er arbeitet zuverlässig und bietet nach wie vor eine hervorragende optische Qualität. Daher gab es auch keine Veranlassung, ihn durch ein neues Gerät zu ersetzen.

Das Planetarium in Luzern ist zwar heute das älteste in der Schweiz, es war jedoch nicht das erste, wie häufig behauptet wird. Bereits zu Beginn der 1960er Jahre befand sich während der Messe »Comptoir Suisse« in Lausanne für einige Wochen ein kleines Sterntheater, das beinahe in Vergessenheit geraten ist. Ein genauer Zeitpunkt lässt sich leider nicht mehr rekonstruieren, und was mit dem dort eingesetzten Projektor nach der Messe passierte, ist ebenfalls unklar.

Nicht nur in Kreuzlingen, Zürich, Bern, Schwanden und Luzern können die Eidgenossen und ihre Gäste den künstlichen Sternhimmel bestaunen. Auch im französischsprachigen Teil des Lands gibt es kleine Einrichtungen, nämlich auf dem Mont-Soleil bei Saint-Imier, in Vicques und in Épendes. Im italienischsprachigen Teil hingegen sucht man vergebens. Ob es auch dort irgendwann einmal ein Planetarium geben wird – das steht in den Sternen. <<

Andreas Scholl, Webmaster von www.planetarium-online.de, hat leider viel zu selten Gelegenheit zu Besuchen der Schweizer Sterntheater.

Planetarien in der Schweiz

Planetarium im Verkehrshaus der Schweiz
Lidostr. 5
CH-6006 Luzern
Telefon: +41 (0)41 3704444
planetarium@verkehrshaus.ch
www.verkehrshaus.ch
Öffnungszeiten: täglich

Planetarium und Sternwarte Sirius, Schwanden
Halten
CH-3657 Schwanden ob Sigriswil
Telefon: +41 (0)33 2510251
info@sternwarte-planetarium.ch
www.sternwarte-planetarium.ch
Öffnungszeiten: Freitag (Sternwarte) und Sonntag (Planetarium)

Planetarium und Sternwarte Kreuzlingen
Breitenrainstr. 21
CH-8280 Kreuzlingen
Telefon: +41 (0)71 6773800
info@planetarium-kreuzlingen.ch
www.avk.ch
Öffnungszeiten: täglich außer Montag und Donnerstag

Planetarium Zürich
Rosengartenstr. 1a
CH-8037 Zürich
Telefon: +41 (0)1 4623410
info@plani.ch
www.plani.ch
Mobiles Planetarium, Vorführungen deshalb an wechselnden Standorten

Astrodrom Bern
Muesmattstr. 29
CH-3012 Bern
Telefon: +41 (0)31 9212094
schweng@sis.unibe.ch
Öffnungszeiten: nach Vereinbarung

Details zu den Shows, Spielplänen und weiteren Öffnungszeiten erfahren Sie jeweils auf den genannten Internetseiten der Planetarien.

NASA, JOHN M. GRUNSFELD

Vom All aus den Himmel knipsen

Wenn Amateurastronomen auf die Reise gehen, nehmen sie ihre Fotoausrüstung mit. Astronauten machen das nicht anders.

>> John Mace Grunsfeld

Rechtzeitig vor Einbruch der Nacht habe ich meine Ausrüstung vorbereitet: einen bildstabilisierten Feldstecher und eine Nikon-F4-Kamera, ausgestattet mit einer asphärischen 58-Millimeter-f/1,2-Nikkor-Linse und einem Iso-800-Film. Die Zeit ist knapp, da es nur vierzig Minuten lang dunkel genug für gute Bilder ist und es eine Weile dauern wird, bis sich meine Augen an die Finsternis gewöhnt haben. Ich habe die F4 auf einen Winkel montiert und das achtern gelegene Fenster des Flugdecks der Raumfähre Endeavour mit einem Tuch umhüllt, um die Reflektionen der Kabinenlichter und Instrumentenanzeigen zu minimieren. Darum bemüht, während der fünf Sekunden Belichtungszeit nicht zu atmen, damit sich kein Kondenswasser auf der kalten Fensterscheibe niederschlägt, knipse ich ein paar Bilder von Orion, wie er über dem gewölbten Horizont der Erde aufgeht. Der Vollmond hinter unserem linken Flügel scheint hell auf die drei Astro-2-UV-Teleskope in der Nutzlastbucht. Es war die STS-67-Mission im März 1995 und mein erster Ausflug in die Amateur-Astrofotografie außerhalb der Atmosphäre.

NASA, JOHN M. GRUNSFELD

John Grunsfeld bereitet während der Mission STS 109 im März 2002 eine Aufnahme durch eines der hinteren Fenster der Columbia vor.

Seit die ersten Raumfahrer die Erde verließen, ist die Astrofotografie un-

MIT FRDL. GEN. VON KENNETH D. BOWERSOX / NASA

Durch das Bullauge des Destiny-Labors der ISS fotografiert Pettit den Schwarzen Kontinent, der fast vierhundert Kilometer unter ihm vorbeizieht. Wenn er nicht arbeiten musste, knipste der erklärte Amateurastronom den Nachthimmel mit digitalen Spiegelreflexkameras und verschiedenen Objektiven. »Vor den Fenstern der Raumstation gibt es immer gute Motive«, bemerkt er.

trennbar mit den Erfahrungen des Menschen im Weltall verknüpft. Besonders privilegiert waren natürlich die Astronauten der Apollo-Missionen: Sie konnten unseren Heimatplaneten von der Oberfläche des Monds aus fotografieren. Wahrlich ein ultimativer Aussichtspunkt auf den Planeten! Mir war zwar »nur« das Umgekehrte vergönnt – den Mond von der Erdumlaufbahn aus zu fotografieren – aber bereits das war ziemlich eindrucksvoll.

Zimmer mit Aussicht

Von ihrem »Hochsitz« fast vierhundert Kilometer über dem Erdboden bieten die Raumfähre und die Internationale Raumstation (ISS) viele Gelegenheiten zur Beobachtung des Himmels. Das Schwierige daran ist, dass die Nächte kurz sind, da eine Erdumrundung nur neunzig Minuten dauert. Das Gute ist: Wenn man eine Gelegenheit verpasst hat, kommt die nächste Nacht entsprechend schnell. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Kreisel der Lageregelung das Raumschiff zu einer wunderbar stabilen und präzise ausgerichteten Plattform für nachgeführte Bilder mit langen Belichtungszeiten machen.

Vom Orbit aus gesehen wirkt der Nachthimmel nicht viel anders als von hoch gelegenen Sternwarten aus. Der große Unterschied besteht darin, dass die Sterne oberhalb der unruhigen Atmosphäre unseres Planeten nicht flackern und ihre Farben intensiver leuchten und entsprechend leichter zu erkennen sind. Es gibt auch einfach viel mehr von hier oben aus zu sehen: Die Erdatmosphäre glüht gespenstisch rot und grün in einhundert Kilometer Höhe und es ist faszinierend, wie Sterne in ihr versinken, bevor sie hinter dem Horizont verschwinden. >

Wie im Innern einer Leuchtreklame fühlt sich Astronaut Pettit, als die ISS durch das flackernde Polarlicht hindurch über die kanadische Provinz Quebec hinwegsaust.

MIT FRDL. GEN. VON DONALD R. PETTIT / NASA

ALLE BILDER DIESER DOPPELSEITE: MIT FRDL. GEN. VON DONALD R. PETTIT / NASA

Im fast perfekten Vakuum des Alls, oberhalb der turbulenten Atmosphäre der Erde, wirken die Sterne erstaunlich scharf und ruhig. »Sie flackern nicht«, beobachtet Pettit. Er fing diese Dreißig-Sekunden-Aufnahme vom Kreuz des Südens (oben, rechts der Bildmitte), dem angrenzenden Kohlensacknebel und dem Nachthimmelsleuchten der Erde mit einer digitalen Nikon-D1-Spiegelreflexkamera und einem 58-Millimeter-Objektiv ein. Mit dem gleichen Setup porträtierte er das Sternbild Orion (rechts).

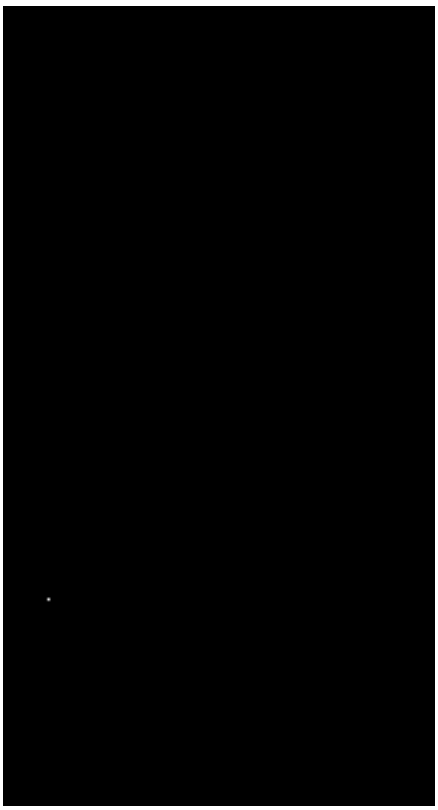
> Ich verbrachte während jenes STS-67-Flugs insgesamt 16 Tage im All. Mein Kollege, der Astronaut Donald R. Pettit, blieb dagegen als wissenschaftlicher Offizier der ISS-Expedition-6 ab November 2002 für fünfeinhalb Monate in der Erdumlaufbahn. Bei seinen aufregenden Beobachtungen erlebte Don im wahrsten Sinne des Wortes neue Höhepunkte, wie er in einigen seiner zur Erde gefunkten »Expedition 6 Weltraumchroniken« beschrieb:

»Blickt man (durch das Fenster des Labormoduls Destiny) nach unten, kann man gelegentlich einen Meteor erspähen. Man sieht Sterne und Planeten und unsere Galaxis am Rand (der Atmosphäre) – mit etwas Glück sogar den zerfransten Schatten des Monds während einer totalen Sonnenfinsternis, wie er über die Erde zieht. Eine Lektion wie aus dem Lehrbuch: Kernschatten, Halbschatten, Kegelschnitte, sphärische Geometrie.«

Fernrohr nicht notwendig

»Ein paar Messier-Objekte lassen sich mit bloßem Auge erkennen, mehr mit dem Feldstecher. Man sieht Weltraummüll auf nahe gelegenen Umlaufbahnen fliegen. Gelegentlich leuchtet er kurz auf, wenn eine Unebenheit beim rotieren plötzlich mehr Sonnenlicht reflektiert. Wasser, über Bord gekippt, löst einen regelrechten Schneesturm im umliegenden Vakuum aus. Andere Satelliten, manche in äquatorialen, manche in polaren Umlaufbahnen, ziehen lautlos durchs Blickfeld. Einige fliegen oberhalb unserer Umlaufbahn und sind nur zu sehen, wenn man von der Erde wegschaut. Vergänglich wie ein Magnesiumblitz leuchten sie einige Sekunden lang strahlend hell auf und verschmelzen wieder mit der Dunkelheit. Ob im All oder auf Erden – wer sich die Mühe macht, die Natur um uns

Zum Greifen nah scheint die 160 000 Lichtjahre entfernte Große Magellansche Wolke (LMC) vor dem Fenster der Station vorbeizuschweben. Für das Bild wurden sechs Digitalaufnahmen einer Nikon D1 übereinandergelegt.



Einen Wettflug mit dem Mondschatten lieferte sich die ISS während der totalen Sonnenfinsternis vom 4. Dezember 2002 über dem Indischen Ozean. Der auf Australien zurasende Kernschatten des Erdtrabanten durchmisst rund neunzig Kilometer (oben). Iridiumflare-Vorhersagen im Orbit sind alles andere als trivial – bewegen sich doch das Ziel und der Fotograf jeweils mit rund 28 000 Stundenkilometern über Grund. Doch dank der Software des Amateurastronomen Robert Matson konnte Pettit den Kommunikationssatelliten bis zu viermal pro Tag mit einer Kodak-DCS-760-Kamera erfolgreich auflauern (links).

herum zu beobachten, wird reich belohnt. Doch je mehr man glaubt zu wissen, desto mehr wird einem bewusst, wie wenig man tatsächlich weiß.«

Mit seinen digitalen Spiegelreflexkameras schoss Don von Bord der ISS aus Dutzende von Himmelsaufnahmen. Eine dieser Kameras, eine Nikon D1 mit einem 2000 × 1312-Pixel-CCD-Chip, war mit just jenem ehrwürdigen 58-Millimeter-Objektiv ausgestattet, das auch ich auf meinem ersten Flug verwendet hatte. Er belichtete jedes seiner Fotos rund dreißig Sekunden lang. Zurück auf dem Boden wurden die Bilder entwickelt – Sie können sie in diesem Artikel sehen. Diese wunderschönen Aufnahmen von der Großen Magellanschen Wolke, vom Kreuz des Südens und vom Kohlensacknebel mögen jenen ähneln, die von dunklen Orten der Erde aus gemacht wurden, doch sind sie wahrlich eindrucksvoll, wenn Sie bedenken, dass Kamera und Fotograf mit 28 000 Stundenkilometern durchs All sausten!

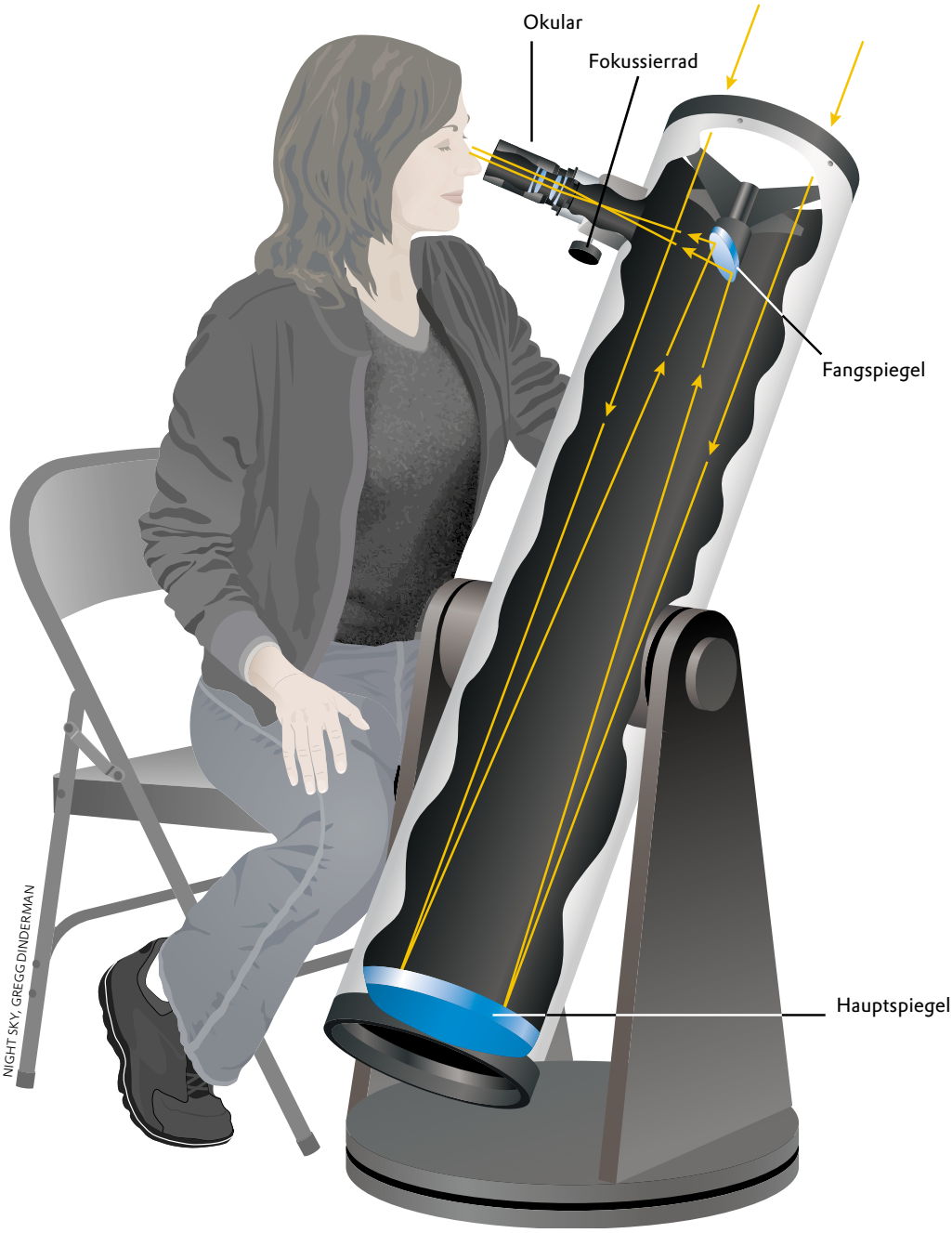
Profi- wie Amateurastronomen werden immer an der Erforschung des Alls teilhaben. Es gibt kaum etwas Besseres als den Adrenalinstoß, wenn Sie etwas Neues entdecken oder die Antwort auf ein ungeklärtes Rätsel finden und Freunden, Kollegen, Ihrer Familie das Gefundene mitteilen oder sogar Bilder davon zeigen. Don Pettit: »Ich hoffe, der prickelnde Reiz der Entdeckung wird immer Teil meines Lebens bleiben.« <<

John Mace Grunsfeld erhielt in Chicago seinen Doktortitel in Physik, flog viermal als Mission Specialist mit dem Spaceshuttle und leitete die Wartung des Weltraumteleskops Hubble im März 2002. Während sein Kollege, der Chemieingenieur Donald R. Pettit, als Besatzungsmitglied der Expedition 6 auf der ISS war, begann er mit dem Schreiben dieses Artikels.

Teleskoptypen Teil II

Moderne Spiegel

Seit Isaac Newtons Erfindung vor mehr als dreihundert Jahren wurden Spiegelteleskope immer weiter entwickelt. **>> Ed Ting**



NIGHT SKY, GREGG DINDERMAN

An den Schulen in meiner Gegend organisiere ich oft so genannte »Star Partys« und lasse dabei die Teilnehmer durch ein Fernrohr schauen. Für manche scheinen diese Geräte im ersten Moment ungewohnt zu sein: An einem großen, dicken Tubus ragt ein Okular am himmelwärts zeigenden Ende seitlich heraus. Egal, wie oft ich erkläre, warum es dort angebracht ist, bückt sich doch immer wieder ein Kind aus unserer Gruppe und versucht durch das hintere Ende des Fernrohrs zu schauen.

Willkommen im Wunderland der Spiegelteleskope!

Ein Spiegelteleskop (kurz: Reflektor) ist ein Fernrohr, das das Licht der Sterne mit Hilfe eines Spiegels am Ende einer langen Röhre sammelt. Reflektoren sind heutzutage unter anderem wegen ihres günstigen Preises, des nicht vorhandenen Farbfehlers und ihrer bequemen Einblickhöhe sehr beliebt. Wenn Sie auf der Suche nach einem Fernrohr sind und für Ihr Geld die größte Öffnung haben wollen, ist ein Spiegelteleskop meist die erste Wahl. Doch bevor Sie jetzt gleich loslaufen, um eines zu kaufen, lesen Sie erst einmal weiter.

Gemeinhin wird die Erfindung des Reflektors im Jahr 1670 dem britischen Physiker Isaac Newton zugesprochen. Deshalb heißt dieser Fernrohrtyp auch

Anders als bei Refraktoren

befindet sich das Okular bei Spiegelteleskopen meist bequem in Augenhöhe. Gelb dargestellt ist der Strahlengang des Lichts von der Öffnung bis zum Auge des Beobachters.

azimutale Montierung

NIGHT SKY, J. KELLY BEATTY

Dobsonteleskop auf Rockerbox

NIGHT SKY, C. M. UTTER

äquatoriale Montierung

NIGHT SKY, C. M. UTTER

Spiegelteleskope gibt es auf verschiedenen Montierungen Die azimutale Montierung (links) entspricht in ihren Bewegungen im Prinzip einem Fotostativ. Dobsonmontierungen (Mitte) sind eine Sonderform der azimutalen Montierung und meist aus Holz gebaut. Äquatoriale Montierungen (rechts) lassen sich am bequemsten nachführen.

Newton-Teleskop. Nach heutigem Standard war sein Fernrohr jedoch äußerst primitiv. Anstatt aus Glas bestand der Spiegel aus einer Kupfer-Zinn-Legierung, Spekulum genannt. Selbst nach ausgiebigem Polieren reflektierte er nur die Hälfte des einfallenden Lichts und wurde schnell wieder matt.

Heutige Spiegelteleskope profitieren von modernsten Glassorten, leistungsfähigen Maschinen zur Spiegelherstellung und stark reflektierenden Aluminiumbeschichtungen, die Newton vor Neid erblassen lassen würden. Und Spiegel sind relativ einfach herzustellen. Wahrscheinlich gibt es auch in einem astronomischen Verein in Ihrer Nähe mindestens ein Mitglied, das Ihnen zeigen kann, wie Sie den Spiegel Ihres Instruments schleifen.

Und so funktioniert's

Der Hauptspiegel (auch Primärspiegel) eines Reflektors sammelt und konzentriert das Licht. Das gebündelte Licht wird dann auf einen ebenen Fang- oder Sekundärspiegel reflektiert, der nahe am oberen Ende des Tubus angebracht ist. Er lenkt den Lichtstrahl durch ein Loch im Tubus in den Okularauszug. Diese Technik unterscheidet sich deutlich von den geraden Lichtwegen in Linsenfernrohren, bei denen das Okular am hinteren Ende des Fernrohrs sitzt.

Ebenso wie beim Objektiv eines Linsenfernrohrs wird der Hauptspiegel eines Reflektors durch seine Öffnung, auch Apertur oder Durchmesser genannt, und seine Brennweite charakterisiert. Beide Größen werden üblicherweise in Millimetern angegeben, gelegentlich auch in Zoll. Teilt man die Brennweite durch die Apertur, so erhält man das Öffnungsverhältnis. Typische Werte für Spiegelteleskope liegen zwischen f/5 und f/8, wobei »f« für die Brennweite des Systems steht. Ein Verhältnis von f/5 bedeutet somit, dass die Brennweite fünfmal größer ist als der Spiegeldurchmesser. Diese Werte finden sich gewöhnlich auf einem Aufkleber nahe dem Okular. Mit größeren Öffnungen lässt sich mehr Licht sammeln als mit kleineren, deshalb zeigen sie uns schwächere Objekte am Nachthimmel (zum Beispiel M13). Die Brennweite eines Teleskops ist für seine Vergrößerung und damit für seine Leistungsfähigkeit entscheidend. Zur Berechnung der Vergrößerung teilen Sie die Brennweite des Hauptspiegels durch die Brennweite des Okulars (sie ist am Rand seiner Fassung angegeben). Um die Vergrößerung zu ändern, wechseln Sie einfach die Okulare aus. Je kürzer deren Brennweite, umso höher die Gesamtvergrößerung des Systems.

Fast immer werden Spiegelteleskope mit einer Montierung verkauft. Davon gibt es zwei Varianten: Bei der azimutalen Montierung wird das Teleskop durch einfache Rechts-Links- und Aufwärts-Abwärts-Bewegungen nachgeführt. Das entspricht dem Prinzip von Kamerastativen. Die parallaktische oder äquatoriale Montierung läuft parallel zur Erdachse, sodass eine Achse immer auf den Polarstern zeigt. Durch Drehung um diese eine Achse lassen sich Teleskope problemlos dem durch die Rotation der Erde hervorgerufenen nächtlichen Lauf der Gestirne über den Himmel nachführen. Richtig justiert und mit einem Motorantrieb versehen ist diese Montierung sehr praktisch, besonders dann, wenn Sie mit hohen Vergrößerungen beobachten, Astrofotos machen oder gemeinsam mit anderen Himmelsobjekte beobachten wollen.

Montierung à la Dobson

Anfang der 1970er Jahre entwickelte ein Amateurastronom namens John Dobson (AH 10/2005, S. 52) eine neuartige azimutale Montierung: Sie besteht einfach aus einem drehbaren Holztablett, das direkt auf den Boden gestellt wird. Diese Form der Fernrohrmontierung revolutionierte die Newton-Teleskope. Davor sah man selten Spiegel mit mehr als dreißig Zentimeter Durchmesser (zwölf Zoll). Um sie tragen zu können, bräuchte man extrem große und schwere äquatoriale Montierungen. Dobsonmontierungen sind dagegen wesentlich einfacher aufgebaut und besitzen einen niedrigen Schwerpunkt, der sie sehr stabil macht. Heute sind Zwölf-Zoll-Dobsons eher der Normalfall. Einige Amateure besitzen sogar Instrumente mit einem Durchmesser von bis zu einem Dreiviertelmeter!

Äquatoriale Montierungen werden meist bei Spiegelteleskopen bis zu sechs oder acht Zoll Öffnung benutzt. Größere Geräte besitzen meistens eine Dobson- >

AH/NIGHT SKY, C. M. UTTER UND GREGG DINDERMAN

Alle drei Spiegelteleskope besitzen dieselbe Öffnung. Die Brennweite des oberen ist aber doppelt so lang wie die des mittleren. Beim unteren verlängert eine intern eingebaute Linse die Brennweite des Hauptspiegels.

> montierung. Bei richtig großen Hauptspiegeln (15 Zoll oder mehr) verwenden viele Hersteller aus Gründen der Gewichtseinsparung eine gerüstartige, offene Tubusstruktur. Einige Firmen bieten auch motorisierte Tische an, die – unter einem Dobson angebracht – diesen automatisch nachführen.

Falls Sie eine computergesteuerte Goto-Montierung bevorzugen, gibt es bei Spiegelteleskopen weniger Auswahl als bei den anderen Fernrohrtypen. Für billige (und somit leichte) computerisierte Montierungen ist der lange Tubus eines Newtons einfach zu schwer. Angebote hierzu finden sich bei Orions IntelliScope-Serie, Celestrons Advanced Series und Meades LXD75-Montierung.

Es ist nicht weiter verwunderlich, dass Spiegelteleskope unter Hobbyastronomen so populär sind. Sie sind billiger als alle anderen Fernrohrarten. So kostet ein preisgünstiger Vier-Zoll-Refraktor zwischen 250 und 500 Euro. Dafür bekommt man aber schon einen Reflektor mit sechs oder acht Zoll Öffnung.

Dreifache Öffnung für gleiches Geld

Für etwa 2500 Euro, den Preis für ein Vier-Zoll-Linsenfernrohr der Spitzenklasse, kann man leicht ein Zwölf-Zoll-Spiegelteleskop erwerben – und hat noch Geld übrig. Zur Erinnerung: Selbst wenn alle anderen Teleskopdaten gleich sind, sammelt eine größere Öffnung einfach mehr Licht, zeigt also schwächere Objekte.

Da Spiegelteleskope im Gegensatz zu Refraktoren prinzipiell keinen Farbfehler aufweisen, sind sie frei von »falschen Farben«, mit denen fast alle Linsenfernrohre zu kämpfen haben (AH 4/2006, S. 62).

Na, wollen Sie jetzt gleich losziehen und einen Reflektor kaufen? Nicht so schnell. Ich möchte Ihnen auch die Nachteile dieser Teleskopgattung nicht verschweigen. Zum einen sind Spiegelteleskope relativ groß und schwer, sobald ihre Öffnung acht Zoll überschreitet. Viele Neulinge lassen sich durch Angebote für Zehn-Zoll-Geräte unter 500 Euro zum Kauf verlocken und sind dann überrascht, wenn ein paar Tage später drei große Kartons angeliefert werden. Sperrige Teleskope mit einem Gewicht von 25 Kilo oder mehr immer wieder die Treppe hoch- und runterzuschleppen, wird schnell lästig. Also, achten Sie darauf, kein Instrument zu kaufen, das zu groß für Sie ist.

Eine anderer wichtiger Punkt: Durch Temperaturschwankungen im Tubus eines Spiegelteleskops treten dort Luftströmungen auf, die die Beobachtung behindern. Trägt man einen Reflektor aus einem warmen Raum in die kalte Nacht hinaus, verschlechtern Schlieren der im

22. att
13. Mai 2006
von 10.00 - 18.00 Uhr
Europas größte Astronomiebörse
mit internationaler Beteiligung!
Veranstaltungsort:
Gesamtschule Bockmühle
Ohmstr. 32, 45143 Essen

Zahlreiche Anbieter,
Teleskope aller Bauarten,
Zubehör, Bücher, EDV, CCD,
Vorträge, Kontakte, Sternwarten,
Astronomievereine
Infos gibt es ab April 2006 vom
vva
Verein für volkstümliche Astronomie
Essen e.V.
Weberplatz 1, D-45127 Essen
DIN C5 Rückumschlag 1,44 EUR Porto
E-Mail: vva.essen@astronomie.de
www.astronomie.de/att-essen

OBSESSION TELESCOPES, DAVID KRIEGE

Tubus aufsteigenden Luft das Bild so lange, bis sich der Spiegel auf die nächtliche Umgebungstemperatur abgekühlt hat. Je nach Größe und Bauart des Teleskops kann das wenige Minuten, aber auch Stunden dauern. Außerdem sitzt der Fangspiegel mit seiner Halterung mitten im Strahlengang des Teleskops und verschlechtert so durch Abschattung die Abbildung. Anders als Linsenfernrohre eignen sich Spiegelteleskope auch nicht besonders gut zur Erdbeobachtung, da sie gedrehte oder auf dem Kopf stehende Bilder liefern.

Darüber hinaus tritt bei kleinen Öffnungsverhältnissen von etwa f/5 ein optischer Fehler auf – die so genannte Koma: Sterne, die weit weg von der Bildmitte liegen, sehen hier wie kleine Kometen aus. Eine modifizierte Variante der Newton-Teleskope, der Schmidt-Spiegel, vermeidet dieses Problem durch eine Korrekturplatte am vorderen Ende des Fernrohrs.

Aber kleinere Öffnungsverhältnisse bedeuten auch kürzere und kompaktere Geräte – eine wünschenswerte Eigenschaft. Deshalb bauen einige Hersteller Spiegelteleskope mit einem Hauptspiegel, der ein kleines Öffnungsverhältnis besitzt, und strecken die Brennweite dann durch eine zusätzliche Linse im Okularauszug. Mir sind bisher nur sehr durchwachsene Ergebnisse dieser Technik bekannt. Sollten Sie einen Reflektor sehen, dessen Brennweite deutlich größer ist als seine Tubuslänge, so prüfen Sie, ob sich nicht eine verborgene Linse im Strahlengang befindet.

Nichts fürchtet der Besitzer eines neuen Reflektors mehr als das Thema Kollimation. Es gibt mehrere Gründe, warum die Justierung eines Spiegels verloren geht, doch meist geschieht dies durch einen heftigen Stoß – beispielsweise durch das Schütteln auf dem Rücksitz Ihres Autos. Doch ist eine erneute Spiegeljustage gar nicht so schwer und in etwa fünf Minuten erledigt (AH Mai/Juni 2003, S. 80).

Achtung: Größenwahn

Das Hauptverkaufsargument für ein Spiegelteleskop ist meist seine Öffnung. Doch hüten Sie sich vor dem allzu verbreiteten Sternguckerleiden, dem Größenwahn. Nehmen wir an, Sie sind stolzer Besitzer eines Reflektors mit einem Hauptspiegeldurchmesser von sechs Zoll. Sie sind damit glücklich – bis Sie zum ersten Mal durch ein Acht-Zoll-Teleskop geschaut haben. Plötzlich sind die Bilder so viel heller. Also kaufen Sie sich auch einen Achtzöller. Dann treffen Sie auf dem nächsten Amateurtreffen jemanden mit einem Zehn- oder Zwölf-Zoll-Teleskop. Wahnsinn! Wo kommen plötzlich all diese schwachen Galaxien her?

Doch Vorsicht! Diese großen »Lichtkanonen« sind nicht für jeden geeignet. Ich habe die Erfahrung schon einige Male gemacht. In den letzten drei Jahren verwendete ich zweimal Sechzehn-Zoll-Geräte. Aber glauben Sie mir: Wenn Sie mehrmals so ein schweres Teil herumgeschleppt haben, sehnen Sie sich nach den Tagen zurück, als Sie ein Sechs-Zoll-Teleskop noch glücklich machte. Denn selbst mit bescheidenen Geräten gibt es am Nachthimmel viel zu entdecken. Oft wird gesagt, das beste Teleskop sei dasjenige, das man am meisten benutzt. Daran sollten Sie immer wieder denken.

Schauen Sie sich die nachfolgende Marktübersicht der Spiegelteleskope in Ruhe an. Beachten Sie aber, dass Sie die wenigsten davon im Einkaufszentrum finden werden. Stattdessen müssen Sie sich wahrscheinlich an spezialisierte Händler wenden. <<

Wenn man an Größenwahn leidet, hilft manchmal nur, sich ein wirklich großes Teleskop zuzulegen. Die hier abgebildeten Ungetüme besitzen Hauptspiegel von bis zu dreißig Zoll. Ihre Besitzer benötigen eine Stehleiter, um an das Okular heranzukommen.

Teleskop-Junkie **Ed Ting** schätzt, dass er während seiner 25 Jahre als Amateurastronom 85 verschiedene Teleskope besaß. Sein Favorit ist ein Sechs-Zoll-Dobson, den er selbst gebaut hat.

AUSGEWÄHLTE SPIEGELTELESKOPE

Celestron PowerSeeker 114 EQ

Celestron PowerSeeker 114 EQ

114-mm-f/8-Newton mit 900 mm Brennweite; vollvergütet, äquatoriale Montierung mit manueller Feinbewegung, 5 x 24-Sucher, Okulare: 20 mm (45fach) und 4 mm (225fach), Dreifach-Barlowlinse, höhenverstellbares Aluminiumstativ mit Ablageplatte; Preis: 134,–€

Wenn Sie auf der Suche nach einem preiswerten Spiegelfernrohr sind, ist Celestrons PowerSeeker 114 EQ eine gute Wahl. Das komplette Teleskop mit parallaktischer Montierung gibt es bereits ab 169,–€. Obwohl es ein paar Schwächen aufweist – das Vier-Millimeter-Okular, die zu starke Barlowlinse und die etwas unterdimensionierte Montierung –, bietet es doch einen günstigen Einstieg ins Hobby Astronomie. www.celestron-nexstar.de

Bresser Messier N-203

Bresser Messier N-203

203-mm-Newton-Teleskop mit 900 mm Brennweite; auf äquatorialer Montierung mit Aluminiumstativ, drei Plössl-Okulare mit 10 (90fach), 12,5 (72fach) und 25 mm (36fach) Brennweite, achromatische Zweifach-Barlowlinse, 8 x 50-Sucher (mit beleuchteter Strichplatte), LED-Taschenlampe; Preis: 499,–€

Das Messier N-203 ermöglicht Beobachtungen, die noch vor wenigen Jahren in dieser Preisklasse nicht vorstellbar waren. Dieses Teleskop verbindet eine große Öffnung von mehr als zwanzig Zentimetern mit einer ausbaufähigen Montierung der gängigen GP-Klasse. Und das bei einem noch gut handhabbaren Gesamtgewicht. Ein großer 50-Millimeter-Sucher erleichtert das Auffinden auch schwächerer Himmelsobjekte. www.meade.de

Orion Star Blast

Orion Star Blast

113-mm-f/4-Reflektor; Okulare: 17 mm (26fach) und 6 mm (75fach), Star-Pointer-Leuchtpunktsucher; Preis: 198,–€

Ein kleines, leichtes und billiges Dobsonteleskop. Für den Preis liefert es ausgesprochen gute Bilder und ist auch sehr leicht zu bedienen. Es wird mit einer einfachen Montierung aus Holzplatten geliefert. Da das Gerät sehr kompakt ist, brauchen Sie zum Beobachten einen festen Tisch als Unterlage. Es ist besonders für Kinder oder auch zur Mitnahme auf Urlaubsreisen geeignet. www.osdv.de

Celestron Starhopper 12

Celestron Starhopper 12

300-mm-f/5-Newton-Teleskop nach Dobson-Bauart; 1500 mm Brennweite, E-Lux-Okular: 32 mm (46fach), Zwei-Zoll-Okularauszug mit Reduzierstück auf 1¼, 9 x 50-Sucher; Preis: 1295,–€

Die Starhopper-Reihe gibt es in vier verschiedenen Größen von sechs (358,–€) bis zwölf Zoll (1295,–€). Bei den Modellen mit zehn und mit zwölf Zoll Öffnung sitzen hinter dem Hauptspiegel Ventilatoren, die für eine schnellere Auskühlung der Optik sorgen. Die Bewegungen in Azimut laufen butterweich durch ein großes Kegelrollenlager. Eine kugelgelagerte Bremse mit Drehgriff in der Höheneinstellung erleichtert die Bewegung und hält ein Objekt auch bei schwereren Okularen im Bild, ohne dass das Teleskop von alleine nach unten schwenkt. www.celestron-nexstar.de

ALLE FOTOS: HERSTELLERFOTOS

Orion SkyQuest XT8 Classic

Orion SkyQuest XT8 Classic

203-mm-f/6-Spiegelteleskop auf Dobsonmontierung; Plössl-Okulare: 25 mm (48fach) und 10 mm (120fach), 9 x 50-Sucher; Preis: 699,–€

Die Dobson-Spiegelteleskope gehören zu den beliebtesten Fernrohren dieses Anbieters. Sie haben die Auswahl zwischen fünf verschiedenen Öffnungen von 11,4 bis 30,5 Zentimeter. Die Geräte sind gegen Aufpreis auch mit digitalen Teilkreisen erhältlich, um das Aufsuchen der Objekte zu erleichtern (»IntelliScope«-Variante). Wem das Acht-Zoll-Teleskop zu unhandlich ist, kann auch das 4½-Zoll-Gerät (298,–€) oder den Sechs-Zöller (399,–€) in Betracht ziehen. Ersteres ist allerdings für Erwachsene etwas kurz geraten. Der 150/1200-mm-Tubus wird von Orion auch auf der parallaktischen Montierung »Skyview Pro« angeboten.

www.osdv.de

Celestron C6N Advanced Series

Celestron Newton Reflektor C6N Advanced Series

150-mm-Reflektor auf äquatorialer Montierung; Plössl-Okular: 20 mm (38fach), 6 x 30-Sucher; Preis: 356,–€

Suchen Sie einen Sechs-Zoll-Reflektor, wollen sich aber nicht mit einem langen Tubus herumplagen? Schauen Sie sich Celestrons kompaktes C6N aus der Reihe Advanced Series an. In einem 76 Zentimeter langen Tubus befindet sich ein f/5-Spiegel. Das Teleskop eignet sich besonders für Beobachter, die den Sternhimmel mit geringer Vergrößerung und einem weiten Bildfeld betrachten wollen. Gegen Aufpreis wird das Teleskop auch mit einer stärkeren Montierung angeboten. Ein sehr empfehlenswertes Einsteigergerät

www.celestron-nexstar.de

Meade LXD75 N6-EC

Meade LXD75 N6-EC

152-mm-f/5-Reflektor auf computergesteuerter äquatorialer Montierung; Plössl-Okular: 26 mm (46fach) , 30 000 Objekte in der Datenbank; Preise: 769,–€ ohne Autostar-Computer, 1269,–€ mit Computersteuerung

Meades LXD75-Reihe enthält einen klassischen Reflektor mit Sechs-Zoll-Öffnung. Eine Besonderheit ist seine computergesteuerte Montierung. In dieser Serie gibt es auch drei Schmidt-Newton-Spiegelteleskope mit sechs, acht und zehn Zoll Öffnung, deren Preise zwischen 1249,– und 1749,–€ liegen. www.meade.de

Discovery 8-Zoll PDHQ

Discovery 8-Zoll PDHQ

203-mm-f/7-Reflektor; Tubuslänge 1400 mm, Plössl-Okular: 25 mm (57fach), Telrad-Reflexsucher; Preis: 949,–€

Die meisten Dobson-Anfängermodelle verwenden aus Kostengründen Montierungsgehäuse aus Sperrholz. Dagegen sitzen Discoverys Dobsons auf wunderschön gefertigten Montierungen aus Multiplex-Holz. Die Optik kann von Hand justiert werden, um das theoretische Leistungsvermögen des Fernrohrs weit gehend ausnutzen zu können. Discovery-Teleskope sind bis zu einer Öffnung von einem knappen halben Meter (3890,–€) erhältlich. www.teleskope.de

Halbschatten-mondfinsternis

Während ihrer Planungen für die Sonnenfinsternis Ende März fanden viele unserer Astrofotografen die Zeit, sich schon einmal mit einem Blick auf den Mond einzustimmen.

Den Globus nur gestreift
Bei einer Halbschattenfinsternis trifft nur der Halb- und nicht der Kernschatten der Erde unseren Trabanten. Aufgenommen durch einen Zehnzöller mit 1300 Millimeter Brennweite
>> Martin Wagner

Im Halbdunkel
Einige Wochen vor der Verfinsterung hielt der Fotograf den Mond im ersten Viertel fest. Die Aufnahme entstand in Okularprojektion mit Hilfe eines Takahashi Sky 90.
>> Martin Schneider

Feurig geht die Sonne unter
... in diesem Fall hinter einer malerischen Tanne im bayerischen Schongau. Festgehalten wurde das Schauspiel mit einem ETX-90/EC, 26-Millimeter-SuperPlössl und einer Sony DSC W1 in Okularprojektion.

>> Patrick Rosyk

Ganz ohne Teleskop
nahm der Bildautor in Luxemburg die Halbschattenfinsternis auf. Er verwendete eine Minolta Dimage Z1, stellte sie manuell ein und belichtete 1/200 Sekunde bei Iso 50.

>> Roby Kieffer

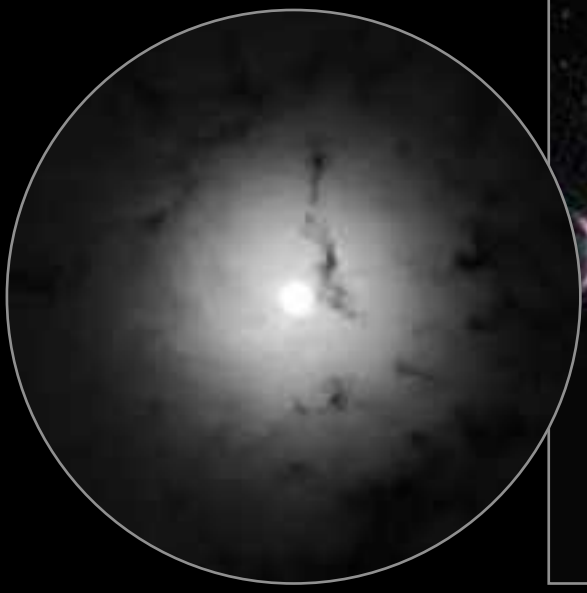
Bote des Sommers

Die Spiralgalaxie M63 im Sternbild Jagdhunde trägt den schönen Beinamen »Sonnenblumengalaxie«. Hier wurde sie durch einen 25-Zentimeter-Newton fotografiert (rechts).

>> Martin Wagner

Einen Tag nach der Halbschattenfinsternis präsentierte sich der Mond mit prächtigem Hof hinter Wolkenfetzen.

>> Roby Kieffer



Floraler Nebel

Die offizielle Bezeichnung für den diffusen Nebel NGC 2237 (links) lautet zwar »Rosettennebel«, doch sicherlich würde dieses Objekt auch als sommerliche Blüte durchgehen. Eine Rose vielleicht?

>> Mark Achterberg

Anfang März zog der Komet Pojmanski unter dem Sternbild Delfin vorbei (oben).

>> Björn Hamann

Lichtspiele

Bei der Belichtungsreihe von der Halbschattenmondfinsternis bleibt ein Teil des Erdschattens im Südsüdwesten immer zu erkennen. Die Fotos entstanden über einen Zeitraum von zehn Minuten bei Blende 5.6 mit Belichtungen von 1/160 bis 1/1600 Sekunde.

>> Nicolai Wiegand

Voll erwischt

Eine Stunde vor dem Finsternismaximum sieht der Mond beinahe aus wie immer (links), bei ihrem Höhepunkt jedoch liegt ein großer Teil von ihm im Schatten. Die Fotos wurden auf der Sternwarte Stuttgart mit einer Webcam fokal bei 250 Millimeter Brennweite aufgenommen.

>> Otto Farago

Machen Sie mit: Wir freuen uns über Ihre »Glanzlichter« – schicken Sie uns Ihre besten Astrofotos!
Aus allen Einsendungen wählen wir einige der schönsten aus und veröffentlichen sie im Heft. (Bitte senden Sie uns hoch aufgelöste und ungezippte JPEG-Bilder. Geben Sie bitte auch Details über Teleskop, Kamera oder Aufnahmetechnik an.)

Adresse: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH · Redaktion ASTRONOMIE HEUTE · Postfach 10 48 40
D-69038 Heidelberg · E-Mail: redaktion@astronomie-heute.de

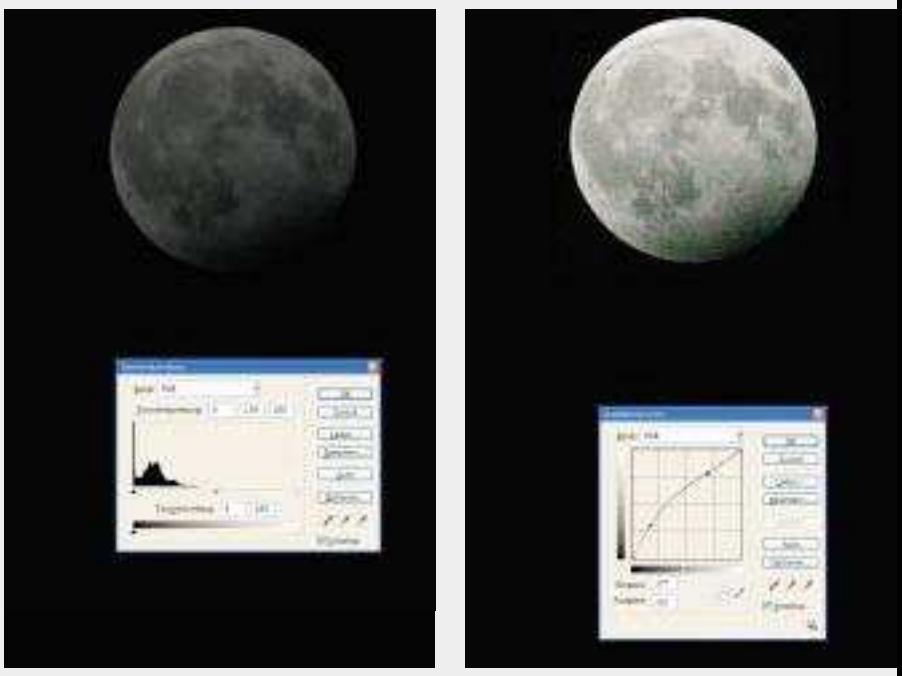
Den Mond ins richtige Licht gesetzt

Von Ankündigungen, die Halbschattenmondfinsternis in der Nacht vom 14. auf den 15. März 2006 sei praktisch unbeobachtbar und verdiene keine Aufmerksamkeit, hat sich die Bildautorin Elke Schulz nicht abschrecken lassen. Und sie wurde belohnt: Da sich der Vollmond dem Kernschatten der Erde bis auf zweihundert Kilometer näherte, zeigte sich an seinem Rand eine deutliche Verdunklung. Sie war mit dem bloßen Auge zu erkennen und vor allem fotografisch gut darstellbar.

Die Hobbyastronomin hielt das Objekt mit einer Canon EOS 350D fest. Sie verwendete ein Fotostativ und ein Zoomobjektiv mit effektiv 300 Millimeter Brennweite, das auf Grund der Chipgröße der Kamera wie ein 480-Millimeter-Objektiv an einem Kleinbildapparat wirkte. Die Empfindlichkeit war auf Iso 100 eingestellt. Bei Blende 11 hat Schulz 1/500 Sekunde belichtet.

Das Rohbild (links) ist im Vergleich zum tatsächlichen Anblick der Finsternis sehr dunkel. Ein Blick auf das Histogramm (in Photoshop Befehl »Bild > Einstellungen > Tonwertkorrektur«) zeigt den Grund dafür: Nur der linke Wertebereich ist ausgenutzt, während der rechte Teil brachliegt. Mit anderen Worten: Die Aufnahme ist unterbelichtet. Bei idealer Belichtung würden die Werte bis nahe an den rechten Rand des Histogramms gehen, ohne diesen jedoch zu erreichen. Eine Überbelichtung mit voller Sättigung einiger Bildbereiche ist allerdings noch dringender zu vermeiden, da derart »ausgefressene« Bildpartien keine Informationen mehr enthalten. Auch die raffinierteste Bildbearbeitung kann diese Stellen nicht mehr retten.

Elke Schulz hat das Bild bearbeitet, doch auch diese mir vorliegende Version war noch zu dunkel, wie das Histogramm bewies. Der erste Schritt meiner Bearbeitung war folglich, das kleine weiße Dreieck am rechten Rand unter dem Histogramm (den Weißpunkt) nach links zu verschieben. Bewegen Sie es immer so weit, bis die Region erreicht ist, die Werte enthält. Schon wirkt das Bild heller, weil nun die ganze Bandbreite der möglichen Tonwerte ausgeschöpft wird.



Definitiv zu dunkel Die Halbschattenmondfinsternis Mitte März war am Himmel gut zu sehen. Elke Schulz hatte ihre Aufnahme unterbelichtet; dieser Fehler lässt sich durch Veränderungen an Histogramm und Gradationskurven beheben.

Bei Farbbildern empfiehlt es sich, die Histogramm-Anpassung für Rot, Grün und Blau separat durchzuführen. Wenn Sie diese drei Farbkanäle einzeln optimieren, sollte das Ergebnis eine natürliche Farbgebung sein; ein eventuell vorhandener Farbstich verschwindet.

Das rechte Bild gewann ich durch eine Anpassung der Tonwertkurve wie dargestellt (Befehl »Bild > Einstellungen > Gradationskurven« in Photoshop). Jetzt liegt auch die maximal verfinsterte Seite des Monds nicht mehr im Dunkeln, was dem Anblick in natura am ehesten entspricht. Leider wird ein wenig Bildrauschen sichtbar, eine Folge der Unterbelichtung und der anschließenden Histogramm-Streckung.

Dennoch finde ich, das Ergebnis rechtfertigt das Wachbleiben und das Ausharren in der Kälte. Elke Schulz und allen anderen Mondsüchtigen wünsche ich für die nächsten Fotonächte »Clear Skies«. <<

Fototipps vom Experten

Ein schönes Motiv – doch Ihr Bild ist nicht optimal geworden? Astrofotograf Stefan Seip gibt Ihnen Tipps, wie Ihre Fotos noch besser werden. Schicken Sie uns Ihre bearbeitete Aufnahme und das Rohbild zu!
redaktion@astronomie-heute.de

Hansjürg Geiger

Auf der Suche nach Leben im Weltall
Wie Leben entsteht und wo man es finden kann

Kosmos-Verlag, Stuttgart 2005
384 Seiten, 20 Farbfotos
ISBN 3-440-10504-0
19,95 €

Viel Science, wenig Fiction

Um es gleich vorwegzunehmen: Wer dieses Buch lesen will, braucht Geduld. Der Autor widmet sich auf 350 Seiten der Frage, an welchen Stellen im Weltall Leben entsteht und wie man es finden kann – ein spannendes Thema.

Doch mehr als drei Viertel des Werks sind reine Bestandsaufnahme: Sie erfassen, was wir heute über das Leben auf der Erde und über einige wichtige Vorgänge im Kosmos wissen.

Geiger geht mit seinen Ausführungen dabei recht tief ins Detail. Er beschreibt die strukturellen Merkmale irdischen Lebens und umreißt den heutigen Kenntnisstand von Molekularbiologie und Biochemie: die Anlage der Erbinformation in Form von Nukleinsäuren, die Mechanismen für ihr Auslesen (Transkription) und ihre Umsetzung in Molekülstrukturen (Translation), Einzelheiten des Energiestoffwechsels bei Pflanzen, Tieren und Mikroben, Erkenntnisse zur Entstehung des Lebens und vieles mehr.

Parallel dazu gibt er eine Einführung in die Astronomie, beleuchtet den Stand der Exoplanetenforschung, befasst sich mit den (bio-)chemischen Reaktionen unter den Bedingungen des Weltalls. Erst ganz am Ende geht er auf die Frage ein, ob ein Kontakt mit Außerirdischen prinzipiell möglich ist oder vielleicht sogar schon stattgefunden hat. Umfangreiche Literaturhinweise im Anhang geben seinem Buch den Charakter einer wissenschaftlichen Übersichtsarbeit. Wer eine naturwissenschaftliche Ausbildung besitzt, dürfte sich an Geigers akribisch zusammengetragener Faktensammlung erfreuen. Allen anderen wird die Lektüre vermutlich einige Schwierigkeiten bereiten.

»Auf der Suche nach Leben im Weltall« ist keine leicht verdauliche Lesekost. Den Interessierten sei jedoch gesagt: Es lohnt, sich durch die Seiten zu kämpfen. Denn das Buch bietet dem ausdauernden Leser einen sehr guten Einblick in das spannende Gebiet der Astrobiologie – jener Wissenschaftsdisziplin, die sich damit beschäftigt, ob Leben auch außerhalb der Erde existiert oder nicht.

>> Frank Schubert

Eintauchen in die Welt der Raumfahrt

Volker Kratzenberg-Annies

Raumfahrt
Die schönsten Bilder aus dem All

Knesebeck Verlag, München 2006
276 Seiten, mit 3-D-Brille
226 farbige Abbildungen, 20 3-D-Bilder
ISBN 3-89660-338-8
39,95 €

Der Autor dieses Bildbands hat während seiner Zeit in der Pariser Esa-Zentrale und als Pressechef des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt lange Jahre Weltraummissionen aus unmittelbarer Nähe beobachtet. Jetzt nimmt er den Leser mit auf eine Sightseeing-Tour ins All.

Eindrucksvolle Fotos zeigen Szenarien, die von Shuttle-Astronauten oder bei Mondmissionen aufgenommen wurden. Die in diesem Band versammelten Bilder präsentieren unsere Erde in einem ganz neuen Licht, etwa als Forschungsobjekt von Umweltsatelliten.

Dazu die herben Schönheiten der Planetenwelten, aufgenommen von automatischen Sondenkameras – wie zuletzt bei der Huygens-Mission auf Titan in oft waghalsigen Manövern. Besonders brillante Fotografien kommen als doppelseitige Panorama-Ansichten daher. Die Bilder sind mit Sorgfalt ausgewählt und wurden oft erst vor Kurzem publiziert. Auch eine Stereobrille liegt bei. Damit kann man in einem eigenen Mars-Kapitel die 3-D-Perspektive der europäischen Mars-Express-Sonde bewundern.

Reiseleiter Kratzenberg-Annies führt den Leser aber weit über unsere kosmische Nachbarschaft hinaus. So zeigt er uns beispielsweise auch Hubble-Bilder von Galaxien, die bis zu 13 Milliarden Lichtjahren entfernt sind. Damit wird das Buch zu einer Reise durch die Zeit – in die Jugend des Kosmos.

Das Werk konzentriert sich auf den visuellen Eindruck. Hier und da ist der allgemein verständliche Begleittext deshalb etwas kurz geraten. Trotzdem sicherlich ein schöner Einstieg in eine faszinierende Thematik.

>> Thorsten Dambeck

Discovery Channel
Mission Alien Planet – Leben auf Darwin IV

DVD, Ländercode 12, 95 Minuten Laufzeit
Dolby Digital 5.1, 16:9 Widescreen Format
Sprachen: Deutsch/ Englisch
FSK ab 6 Jahren
20,90 €

Ausflug in eine Fantasiewelt

Der Mensch ist ein Augentier. Er erkundet die Welt vor allem, indem er sie sich anschaut und sich ein Bild von ihr macht. Das ist beim Thema Außerirdische nicht anders. Die Frage, ob es extraterrestrisches Leben gibt, beschäftigt die Menschen schon lange. Kluge Leute – Naturwissenschaftler, Philosophen, Theologen und andere – haben sich mit scharfsinnigen Argumenten dazu geäußert. Doch mögen sie sich dieser Frage mit noch so viel akademischem Intellekt widmen, auch sie fragen sich voller Neugier: Wie mag ET wohl aussehen?

»Mission Alien Planet« gibt eine Antwort darauf. Genauer: eine von vielen möglichen Antworten. Die Dokumentation des Fernsehsenders Discovery Channel zeigt tier- und pflanzenähnliche Lebewesen auf dem hypothetischen Planeten Darwin IV, der sechseinhalb Lichtjahre von der Erde entfernt um zwei Sonnen kreist. Mittels Computeranimation setzt der Streifen die Außerirdischen in Szene. Der Zuschauer findet sich in einer Welt mit exotischen Gewächsen, mit jagenden und gejagten Geschöpfen und sogar mit halbwegs intelligenten Bewohnern wieder.

Für ihren Film haben die Produzenten prominente wissenschaftliche Berater gewinnen können: Craig Venter, Entschlüssler des menschlichen Genoms, Stephen Hawking, Physiker und Autor, James Garvin, Chefwissenschaftler bei der Nasa, und Jack Horner, Paläontologe an der Montana State University. Im Lauf der Dokumentation tauchen diese Experten immer wieder auf und melden sich mit zahlreichen Kommentaren zu Wort.

»Mission Alien Planet« ist für meinen Geschmack reichlich spektakulär ausgefallen. Dem staunenden Publikum bieten sich bizarre Lebewesen von der Größe eines Hochhauses dar, die sauriergleich gemächlich durch fremde Landschaften stapfen. Manche Kreaturen klettern auf baumähnlichen Gewächsen herum und bringen mit ihren messerscharfen Klauen andere Geschöpfe zur Strecke. Wieder andere sehen aus wie Flugzeuge, die mit ihren Methangas-Triebwerken durch die Atmosphäre rauschen.

Das ist doch alles nur ausgedacht? Sicher ist es das! Aber: Außerirdische Lebewesen leibhaftig zu zeigen ist immer ausgedacht, jedenfalls solange wir keine echten gesehen haben. Dass »Mission Alien Planet« dabei auch Aufsehen erregende Effekte einsetzt, kann im Zeitalter der multimedialen Dauerpräsenz niemanden verwundern.

Man kann das Thema fundierter angehen, gewiss. Man kann strukturelle Merkmale des uns bekannten Lebens herausarbeiten und daraus ableiten, welche Eigenschaften extraterrestrische Lebensformen haben müssen. Das wäre der wissenschaftliche Ansatz. »Mission Alien Planet« hat sich bewusst für den anderen Weg entschieden und nähert sich dem Thema überwiegend fantasievoll und unterhaltend. Auch das muss erlaubt sein.

>> Frank Schubert

Alle rezensierten Bücher, CD-Roms und DVDs können Sie in unserem Science-Shop bestellen.

Internet: www.science-shop.de
per E-Mail: shop@wissenschaft-online.de
telefonisch: 06221 9126-841
per Fax: 06221 9126-869

Astronomik
Neuheiten !
UHC-E Filter
Diese neue Variante aus der UHC Familie besitzt gegenüber des bekannten Astronomik UHC Filters eine etwas größere Halbwertsbreite und eine etwas geringere Transmission. Das macht ihn in der Herstellung preiswerter und somit auch für einen engen Geldbeutel erschwinglich! Trotz der kostengünstigeren Produktion übertrifft das UHC-E Filter in seiner Qualität die meisten Schmalband-Filter anderer Anbieter! Das UHC-E Filter empfiehlt sich besonders als preiswerte Alternative zum Profi UHC Filter für Geräte bis 15 Zentimeter Öffnung.
ab 65.- €

6nm H-alpha Filter
Nach dem weltweiten Bestseller, hat nun auch die H-alpha Familie Nachwuchs bekommen: Das 6 nm H-alpha Filter für die CCD Fotografie! Durch die geringe HWB erreichen Sie auch bei extremer Lichtverschmutzung gute Ergebnisse oder können bei dunklen Himmel die Helligkeit der Sterne im Objektumfeld deutlich senken und die Nebel hervorheben. Wir messen die Transmission jedes einzelnen Filters und können Ihnen Exemplare mit bis zu 95% Transmission anbieten.
ab 149.- €

Falls Sie unseren Katalog zugesandt bekommen möchten, senden Sie bitte €1,53 in Briefmarken an:
astro-shop
Eiffestr. 426 • 20537 Hamburg
Telefon 040 / 511 43 48 • FAX 040 / 511 45 94
astro@astro-shop.com
www.astro-shop.com

TV-PROGRAMM

Auswahl aus dem Fernsehangebot zu Themen aus Astronomie und Raumfahrt der kommenden Wochen. Kurzfristige Programmänderungen sind möglich.

Samstag, 15. April

Doku: Raketen – der Griff nach den Sternen

Was vor rund 800 Jahren mit simplen Feuerwerkskörpern der Chinesen begann, ist heute zum Glanzstück des Hightech-Zeitalters herangewachsen. Die Dokumentation widmet sich der Geschichte der Rakete und benennt die einzelnen Pioniere der Raketenentwicklung

N24, 20.05 und 21.00 Uhr
Wiederholung um 1.00 und 1.50 Uhr

Sonntag, 16. April

BBC Exklusiv: Titan – eine zweite Erde?

Im Januar 2005 hat die Menschheit erstmals Bilder des geheimnisvollen Saturnmonds Titan zu Gesicht bekommen: übertragen von einer Sonde und einem Signal von der Stärke eines Mobiltelefons. Dieser Film zeigt die Aufsehen erregenden Bilder einer galaktischen Odyssee, um einen Mond zu erforschen, auf dem vielleicht einmal Leben möglich sein wird

XXP, 16.05 Uhr

BBC Exklusiv: Hawkings Dilemma

Stephen Hawkings Bücher über die Theorie der Schwarzen Löcher im Universum sind Bestseller, seine Beiträge als Wissenschaftler indes stark umstritten. Stephen Hawking kämpft nicht nur gegen seine Kritiker, sondern auch gegen die Krankheit ALS. Dieser Film ist ein ergreifendes Porträt eines außergewöhnlichen Wissenschaftlers und Menschen und dessen Kampf um seinen Platz in der Geschichte der Physik

XXP, 16.50 Uhr

Montag, 17. April

Doku: X-Planes – Aufbruch ins Weltall

Am 17. Juli 1962 erreichte der US-Testpilot Bob White mit seinem Experimentalflugzeug X-15 die unglaubliche Höhe von 95 Kilometern über der Erdoberfläche. Er war der Erste, der mit einem klassischen Flugzeug den Weltraum erreichte und heil wieder zurückkehrte

N24, 22.05 Uhr
Wdh. um 1.05 Uhr

Dienstag, 18. April

Space Millenium 2 (1/4)

Die Wiege des Universums

Phoenix, 11.30 Uhr

Mittwoch, 19. April

BBC Exklusiv: Columbia – Chronik einer Katastrophe

Mit Hilfe der letzten Aufnahmen und den Aufzeichnungen aus dem Cockpit sowie dem Kontrollzentrum zeigt dieser Film, warum die Raumfähre Columbia am 1. Februar 2003 explodierte – und wie die Nasa ihre sieben Astronauten hätte retten können

XXP, 15.25 Uhr

Abenteuer Wissen Von den Sternen zum GPS

Galileo ist das europäische Satelliten-Navigationssystem der Zukunft. Ein erster Testsatellit ist bereits Ende Dezember gestartet, der nächste soll im kommenden Frühjahr ins All geschickt werden. Ab 2010 könnte das System funktionstüchtig sein. Unter den Anwendungsmöglichkeiten ist das GPS die wichtigste und vielseitigste

ZDF, 19.25 Uhr

Freitag, 21. April

TimeSlot-Magazine

Um bei einer Raumfahrtmission dabei sein zu dürfen, durchlaufen Astronauten ein hartes Training

Discovery Channel, 9.15 Uhr

Space Millenium 2 (4/4)

Das Schicksal des Universums

Phoenix, 11.30 Uhr

dctp Nachtclub MitternachtsMagazin Special: Planeten, Sterne und kosmische Katastrophen

Die hellsten Objekte im Kosmos / Von Monden und Planeten / »Der Mond ist aufgegangen« / Nachrichten aus der Tiefe des Alls / Leben wir in zwei Welten mit fünf Dimensionen? / Auf der Suche nach der Dunklen Materie / Monster der Gravitation

VOX, 0.45 bis 5.30 Uhr

Samstag, 22. April

Megastructure – Sea Launch National Geographic

Sea Launch ist ein Weltraumbahnhof mitten im Pazifik. Eine alte Bohrinsel dient als Ab-

Internationale Raumstation – Leben im All

400 Kilometer über der Erde nimmt eine kühne Vision Gestalt an: die Internationale Raumstation. Seit den Apolloflügen zum Mond ist die ISS das ehrgeizigste und größte Projekt der bemannten Raumfahrt, an dem insgesamt 16 Länder beteiligt sind. Wann sie endgültig fertig gestellt wird, steht noch in den Sternen

XXP, 19.15 Uhr
Wdh. am 22. 4. um 17.15 Uhr

PHOENIX, INGO FIRLEY

schussbasis. Ingenieure aus aller Welt haben sich für das revolutionäre Projekt zusammengefunden. Russische Raketentechnik, norwegische Schiffsbaukunst und amerikanische Satellitentechnologie werden hier kombiniert, um eine Raketenbasis im Ozean zu errichten, deren Realisierung zahlreiche Experten zuvor für utopisch hielten
NTV, 22.10 Uhr
Wdh. am 23. 4. um 16.10 Uhr

Sonntag, 23. April

Gert Scobel im Gespräch mit Manfred Eigen
Erstausstrahlung
Der Code des Lebens
Er ist einer prominentesten deutschen Wissenschaftler: Manfred Eigen, geboren 1927, Chemie-Nobelpreisträger des Jahres 1967. Gert Scobel spricht mit Manfred Eigen über den Ursprung des Lebens, über die Schöpfungslehre und die amerikanische Bewegung des »Intelligent Design«
3sat, 12.30 Uhr

Dienstag, 25. April

Doku: Mission Weltall – wie ein Raumschiff entsteht
Raketen erreichen Geschwindigkeiten bis zu 40 000 Kilometer pro Stunde. Dennoch ist die Raumfahrt noch Lichtjahre von anderen Planeten entfernt. Eines der größten Probleme bleibt die sichere Rückkehr der Astronauten zur Erde
N24, 22.30 Uhr
Wdh. am 26. 4. um 1.30 Uhr, 5.15 und um 17.30 Uhr

Donnerstag, 4. Mai

Der Kommunismus – Geschichte einer Illusion (3/3)
Zerfall der Macht
Satelliten und Kosmonauten aus der Sowjetunion erobern Anfang der 1960er Jahre den Weltraum. Mit seiner aggressiven Außenpolitik drängt Chruschtschow in das Vakuum, das die Kolonialmächte bei ihrem Rückzug aus ihren ehemaligen Gebieten hinterlassen haben
ARD, 23.45 Uhr

EVENTS

21.–23.4.: 4. AFT – Aschberg Frühjahrs-Teleskoptreffen, Schleswig-Holstein. Info: Armin Quante, Wiesenredder 5, D-24340 Eckernförde, Tel.: 04351 475830, E-Mail: aft2006@aft-info.de, Internet: www.aft-info.de

22.4.: 4. Praktischer astronomischer Samstag – PaS in Neuenhaus. Kontakte: Astronomischer Verein der Grafschaft Bentheim e. V. und NightSky e. V., Jahnstraße 3, D-49828 Neuenhaus oder Christoph Lohuis, Tel.: 05941 990904, Fax: 05941 920764, E-Mail: Lohuis@T-Online.de

29.4.: 31. Frühjahrstagung der VdS, Physiologisches Institut der Universität, Röntgenring 9, D-97070 Würzburg. Internet: http://sfeu.ebermannstadt.de/ft31

13.5.:22. ATT in Essen (Astronomischer Tausch und Trödel Treff), Gesamtschule Bockmühle, Ohmstraße 32. Info: Verein für volkstümliche Astronomie, Weberplatz 1, D-45127 Essen, Tel./Fax: 0201 510401, E-Mail: vva.essen@astronomie.de

15.5: Anmeldeschluss für: Urlaubswoche und Veränderlichen-Beobachtung in Kirchheim/Thüringen (19.8.–27.8.). Infos: Werner Braune, Münchener Straße 26–27, D-10825 Berlin, Tel.: 030 7848453, E-Mail: zentrale@bav-astro.de

19.–21.5.: Publikumstage auf der Internationalen Luft- und Raumfahrtausstellung (ILA Berlin Air Show). Infos und Ticketverkauf im Internet: www.ila-berlin.de

20.5.: Veränderlichenbeobachter-Treffen. Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha (Krs. Döbeln), Töpelstr. 43. Informationen: Werner Braune, Adresse siehe oben

25.5.–27.5.: Niederösterreichisches Teleskoptreffen (NTT) in Ebenwaldhöhe bei Kleinzell. Mit Vorträgen und Astroflohmarkt. Infos bei Charly Binder, Tel.: +43 2742 882492, Internet: www.noe-sternwarte.at, E-Mail: charly.binder@chello.at

Auch Ihre Termine können hier kostenlos stehen! Für die Mai-Ausgabe schicken Sie bis zum 13. April 2006 eine E-Mail an: redaktion@astronomie-heute.de

ASTRONOMIE HEUTE

PRÄMIERTES WISSEN

Gewinnen Sie einen neuen Leser für ein Jahresabonnement von ASTRONOMIE HEUTE – und sichern Sie sich eine attraktive Dankesprämie nach Ihrer Wahl!

128 MB USB 1.1 Stick Silver mit Verlängerungskabel und Trageband (ab Win 98)

Universalgutschein BestChoice über 30 €, einlösbar bei bis zu 100 Anbietern. Umtausch gegen Bargeld ist ausgeschlossen.

Himmelsset für den Hobbyastronomen mit Sternkartenbuch, Sternführer, drehbarer Sternkarte und Rotlicht-Taschenlampe

Jahresabo spektrum**direkt.** Die tägliche Wissenschaftszeitung im Internet mit über 12 000 Archivartikeln und vielen Links

Bestellen können Sie unter der Verlagsadresse, per Telefon: 06221 9126-743, per Fax: 06221 9126-751 oder unter:
www.astronomie-heute.de/abo

Großfernglas Miyauchi 100, 20×100, 45- oder 90-Grad-Einblick mit möglichst viel Zubehör gesucht. Tel. & Fax: +32 87785202

Discovery Dobson 12½-Zoll-PDHQ, handselektierter Pyrex-Spiegel, teilbarer Tubus, 5 Lüfter, gute Balance und Nachführbarkeit. Ca. 1 Jahr alt. Problemlos transportierbar in VW Golf o. Ä. Raum Stuttgart. Bilder können gerne angefordert werden. NP gesamt ca. 2500,-€, VB: 1190,-€. Tel.: 07146 288010, E-Mail: rolf.geissinger@gmx.de

Celestron 8, Tubus orange, gute Optik, Mont. und Stativ in stabilen Holzkoffern, reichhaltiges Zubehör im Alukoffer, VB: 1150€. Aluplatte 60×60 cm für Dobson als Gleitbelag, 30€. Tel.: 02738 6341

Wolfgang Lille
Optische Geräte – Zubehör für Sonnenbeobachtung
Neues preiswerteres 20/20 mm H-alpha Zubehör ab 2.250,-
Besuchen Sie uns am 13.05.2006 auf der 22. ATT in Essen!
Wolfgang Lille - Kirchweg 43 - 21726 Heinbockel
Tel.: 0 41 44 / 60 69 96 - E-Mail: Lille-Sonne@gmx.de
Internet: http:/mitglied.lycos.de/LilleSonne

Fachhandel für opt. Geräte und Astro-Teleskope
OPTIC MAKARIO
Optische u. feinmechanische Fachwerkstatt
41061 Mönchengladbach-Aachener Str. 81
Tel. 02161/175711 www.optik-makario.de
Geprüfte, präzise kollimierte Teleskope
Wir reparieren:
Teleskope, Photo-Objektive, Ferngläser, Mikroskope
Umbau CANON EOS 300D, 350D, 20D u. 5D und NIKON D50, D70, D100 u. D1 für den Einsatz in der IR-, Nacht-, und Astrofotografie
Langjähriger Canon Servicetechniker

www.Fernrohrland.de

Synta ED Halbapochromaten Refraktoren mit deutlich reduziertem Farbfehler. Jeweils Optik mit Tubus, Okulara uszug 2":

ED	80 / 600 mm	395,-- €
ED	100 / 900 mm	749,-- €
ED	120 / 900 mm	1.699,-- €
Rohrschellen dazu:		39,-- €

Größere Öffnungen in Vorbereitung

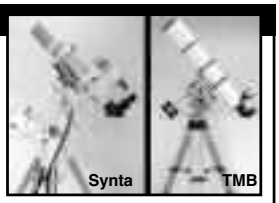
Neue GoTo Montierungen:

HEQ-5	Pro Skyscan	979,-- €
EQ-6	Pro Skyscan	1.395,-- €

TMB Vollapochromaten Refraktoren der Spitzenklasse mit perfekter Farbkorrektur. Jeweils Optik / Tubus, Okularausz. 2", Rohrschellen

TMB	80 / 480 mm ab	1.495,-- €
TMB	95 / 650 mm	2.495,-- €
TMB	105 / 650 mm	2.990,-- €
TMB	115 / 805 mm	3.690,-- €
TMB	130 / 780 mm	4.995,-- €
TMB	152 / 1200 mm	7.990,-- €

Größere Öffnungen bis 500 mm lieferbar!



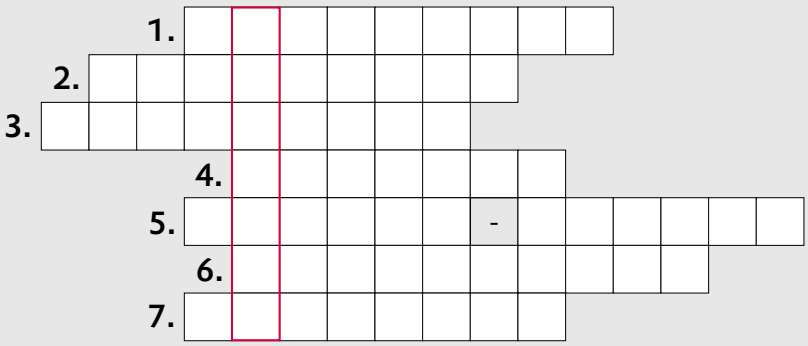
Fernrohrland by PHOTO UNIVERSAL
Max-Planck-Str. 28 / 70736 Fellbach
info@fernrohrland.de
Tel 0711 / 95760 -17 oder -45 Fax -40
Öffnungszeiten:
Mo-Fr. 8:30 - 13 Uhr / 14 - 18 Uhr

Alles weitere für die Astronomie finden Sie auf unserer Website.

PREISRÄTSEL

Gewinnen Sie einen Sechszöller mit ASTRONOMIE HEUTE! Teil 3

1. Zonen in Sonnensytemen, wo auf Planeten günstige Bedingungen für Leben herrschen
2. Alter Begriff für Supernovae (und Kometen)
3. Krater und Hochland auf dem Mond, Landeplatz von Apollo 16
4. Spielfilm, in dem das Seti-Programm vorkommt
5. Grenzwert, bei dem eine dünne Mondsichel noch beobachtet werden kann
6. Um einen außerirdischen Funkspruch zu übersetzen, kommt man nicht um sie herum
7. Autor des Romans »Auf zwei Planeten«



Bitte schicken Sie das rot umrandete Lösungswort per E-Mail an preisraetsel@astronomie-heute.de oder auf einer Postkarte an Spektrum der Wissenschaft, Stichwort ASTRONOMIE HEUTE 5/2006, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg. Einsendeschluss ist der 5. 5. 2006. Teil 3 einer vierteiligen Rätselreihe. Das Lösungswort dieses Teils wird für das Lösen des Superrätsels um den Hauptpreis (»LXD55«) in der Juni-Ausgabe benötigt. Unter den jetzigen Einsendern werden weitere Sachpreise gezogen, siehe unten. Bei mehreren richtigen Lösungen entscheidet das Los. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Auflösung und Gewinner dieses Teilrätsels stehen in der Juli-August-Ausgabe, im Handel ab Freitag, dem 16. Juni 2006.

Hauptpreis des Superrätsels: »LXD55« Sechs-Zoll-Reflektor von Meade, www.meade.de. Katadioptrisches Spiegelteleskop der Bauart Schmidt-Newton. Optik UHTC-vergütet. Brennweitenverhältnis f/5. Inklusive Go-to-Computermontierung und Stativ. Gesamtwert zirka 1150€. Wird verlost unter den richtigen Einsendungen des Superrätsels mit den jeweiligen Lösungsworten aus den Einzelrätseln der Ausgaben März, April, Mai und Juni 2006

1. Preis: »Albert Einstein – E = mc²« DVD, Stereo, Bildformat 4:3, Laufzeit zirka 90 Minuten, Produktion: WGBH, deutsche Fassung NDR, KM (www.komplett-media.de). Wert: 39,95€

2. Preis: »Atlas der Sternbilder – Ein astronomischer Wegweiser in Photographien« von Eckhard Slawik und Uwe Reichert. 212 Seiten mit zahlreichen Farbfotos und zweifarbigen Sternkarten. 35 Zentimeter, Spektrum-Sonderausgabe mit Softcover – nicht im Handel erhältlich!

3. Preis: »Brain Twister – Space« von Klaus Schröer. Das etwas andere Memory: Neunzig Kärtchen mit Motiven aus Astronomie und Raumfahrt auf beiden Seiten. Finden Sie die zueinander gehörenden Karten eines Pärchens! Ekos (www.ekos.de). Wert: 15,–€

SATTLEGGERS ALPENHOF
EMBERGER ALM
Wo sonst? ASTROURLAUB in allergenarmer* Umgebung!
Zwei gut ausgestattete Sternwarten (12" + 17,5") auf 1.800m Seehöhe, viel Platz und ein perfekter Sternhimmel erwarten Sie.
Sattleggers Alpenhof und Feriensternwarte
Emberger Alm 2, 9771 Berg/Drautal, Österreich
Tel.: +43/4712/796, Fax: +43/4712/796-6
www.alpsat.at, mail: office@alpsat.at
*) nähere Infos: www.allergiealpin.at
ITT (internat. Teleskoptreffen): 30.9. - 2.10.2006 Buchen Sie rechtzeitig!

Besuchen Sie die Astro-Messe AME 2006: www.astro-messe.de

Sind Sie auf folgenden Messen?

HANNOVER MESSE — Messe Hannover — *24.–28.04.06 Halle 02, A51*

Analytica 2006 — Neue Messe München — *25.–28.04.06 Halle A1, 507*

22. att — *22. ATT-Astronomie-börse Essen, 13.05. 06*

Dann schauen Sie doch einfach einmal beim Spektrum-Stand vorbei. Wie immer halten wir für unsere Abonnenten eine kleine Überraschung bereit.

Auflösung des Preisrätsels im März-Heft:

I	S	I	D	I	S		P	L	A	N	I	T	I	A
						T	H	A	L	E	S			
							P	E	N	U	M	B	R	A
						P	L	A	S	M	A			
		R	E	F	R	A	K	T	O	R				
				F	A	L	C	O	N	S	A	T	-	2
				C	-	F	E	L	D					

LÖSUNGSWORT: NEUMOND
Nur während dieser Mondphase kann es eine Sonnenfinsternis geben.

Gewinner des Preisrätsels: 1. Elfriede Debarry, Seelze (Buch »Geschichte der Nasa«); 2. Hans-Georg Lankau, Wolfsburg (Buch »Weltbild der Astronomie«); 3. Gabriele Striz, Höflein, Österreich (Bildband »Wissen neu erleben«)

Private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen für Abonnenten von ASTRONOMIE HEUTE kostenlos!

Für Nichtabonnenten gelten folgende Preise für Kleinanzeigen:

Anzahl Zeilen	**privat**	**gewerblich**
bis zu drei Zeilen	22,–€	32,–€
jede weitere Zeile	5,–€	5,50€

ASTRONOMIE HEUTE-Abonnenten können private Kleinanzeigen mit bis zu fünf Zeilen pro Ausgabe kostenlos schalten. Jede weitere Zeile kostet für Abonnenten 5,–€. Geben Sie bitte bei Einsendung von Kleinanzeigen stets Ihre Kundennummer an. Diese entnehmen Sie Ihrer Abonnementrechnung oder dem Adressträgerblatt. Bitte beachten Sie: Ist der verfügbare Platz in einer Ausgabe vergeben, behält sich die Redaktion das Recht vor, später eintreffende Anzeigen in die nächstverfügbare Ausgabe zu verschieben. Eine Zeile enthält durchschnittlich vierzig Zeichen. Alle Preise zuzüglich gesetzlicher Mehrwertsteuer. Die Grundgebühr pro Anzeige ist bereits eingerechnet. Gleichzeitig erhalten Sie einen Eintrag in unserer Online-Kleinanzeigendatenbank für die Verkaufsdauer der jeweiligen Print-Ausgabe.

Bitte senden Sie Ihre Kleinanzeige an:
Spektrum der Wissenschaft, Redaktion
ASTRONOMIE HEUTE, Slevogtstr. 3–5,
D-69126 Heidelberg, Fax: 06221 9126-769,
E-Mail: kleinanzeigen@astronomie-heute.de

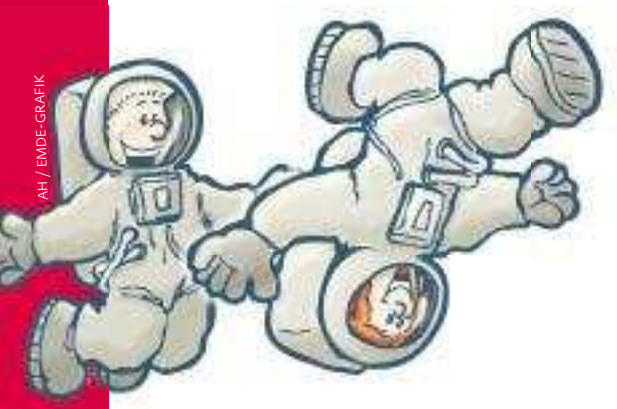
Der Einsendeschluss ist vier Wochen vor Erscheinen des Hefts.

VORSCHAU

Für die größte Eselei

seines Lebens hielt Albert Einstein die Kosmologische Konstante. Superteleskope wie das Gemini-Nord zeigten jedoch, dass die Eselei ein weiterer Geniestreich war

GEMINI OBS.



AH / EMDE-GRAFIK

Einmaleins für Raumfahrer

Warum fliegt eine Rakete auch im Weltall, wo ihr Feuerstrahl ins Leere zischt? Sonja und Lunic sind der Lösung auf der Spur

Teleskoptypen Teil III

Schmidtspiegel? Maksutow-Cassegrain? Wir erkären Ihnen, warum solche katadioptrischen Teleskope vielleicht auch für Sie die richtigen sind

ORION

JAVIER MÉNDEZ, ING. / NIK SZYMANEK

Sommerzeit – Whirlpoolzeit

Die Galaxie M 51 in den Jagdhunden ist eine der berühmtesten Sterninseln am Nordhimmel. Wir führen Sie hin!

IMPRESSUM

Chefredakteur: Dr. Jakob Staude (v.i.S.d.P.)
Redaktion: Dr. Oliver Dreissigacker (Ltg., Chef vom Dienst), Stephan Fichtner, Dr. Joachim Schüring
Ständige Mitarbeit: Dr. Frank Schubert
Artdirector/Layout: Karsten Kramarczik
Layout: Marc Grove, Claus Schäfer
Schlussredaktion: Christina Peiberg (kom. Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Mitarbeit an diesem Heft: Ute Eberle, Susanne M. Hoffmann, Corinna Karow, Carolin Konermann, Dr. Monika Maintz, Dr. Sven Titz, Bernd Weisheit, Dr. Hans Zekl
Redaktionsassistenz: Britta Feuerstein
Redaktionsanschrift: Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-765, Fax: 06221 9126-769, E-Mail: redaktion@ astronomie-heute.de
Herstellung: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: marketing@spektrum.com
Leserservice: Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: marketing@spektrum.com
Geschäftsleitung: Markus Bossle, Thomas Bleck

Verlagsleiter: Dr. Carsten Könneker
Objektleiter Astronomie: Stephan Fichtner
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, D-69038 Heidelberg; Hausanschrift: Slevogtstraße 3–5, D-69126 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751
Amtsgericht Heidelberg, HRB 338114
Vertrieb und Abonnementverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, D-70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn
Bezugspreise: Einzelheft: € 6,50, Jahresabonnement Inland (10 Ausgaben): € 56,–, Jahresabonnement Ausland: € 61,–, Jahresabonnement ermäßigt Inland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 50,–, Jahresabonnement ermäßigt Ausland (gegen Schüler- oder Studentennachweis): € 55,–. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Konto: 22 706 708, Postbank Stuttgart (BLZ 600 100 70).
Die Mitglieder der Vereinigung der Sternfreunde e. V. (VdS) erhalten ASTRONOMIE HEUTE zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.
Anzeigen/Druckunterlagen: VMS Limperg Verlags- & MedienService, Sudetenstraße 16, D-63486 Bruchköbel, Tel.: 06181 729-04, Fax: 06181 729-84, E-Mail: f.limperg@limperg.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Preisliste Nr. 4 vom 1. November 2005.
Gesamtherstellung: Westermann Druck GmbH, D-38104 Braunschweig

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2006 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

ISSN 1610-8728, www.astronomie-heute.de

Sky & Telescope (S & T) und Night Sky: Sky Publishing Corporation, 49 Bay State Road, Cambridge, MA 02138-1200, USA; President/Publisher: Susan B. Lit; Editor in Chief: Richard Tresch Fienberg, Ph.D.; Marketing Director: Marcy L. McCreary. Die Übersichts- und Ausschnittssternkarten von ASTRONOMIE HEUTE wurden mit Software und Designelementen von Roger W. Sinnott und Steven Simpson erstellt.

Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Webseiten. Für den Inhalt der angegebenen Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.